

Technická univerzita v Liberci  
**FAKULTA PEDAGOGICKÁ**

---

**Katedra:** Chemie  
**Studijní program:** Učitelství II.stupeň pro ZŠ  
**Kombinace:** Anglický jazyk - chemie

Kouzlo starých chemických pokusů  
The magic spell of the ancient chemical experiments  
Zauber der alten chemischen Versuche

**Diplomová práce:** 06-FP-KCH- 004

**Autor:**

Jana NETOLICKÁ

**Podpis:**

\_\_\_\_\_

**Adresa:**

Dolní 20

539 71, Holetín

**Vedoucí práce:** Ing. Jan Grégr

**Konzultant:** PaedDr. Bořivoj Jodas PhD

**Počet**

stran	Slov	Obrázků	tabulek	pramenů	příloh
72	10314	7	3	24	3

V Liberci dne: 10. 5. 2006



## **Prohlášení**

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci dne: 10. 5. 2006

Jana NETOLICKÁ  
vlastnoruční podpis

---

## **Poděkování:**

Vedoucímu práce Ing. Janu Grégrovi děkuji za zasvěcené vysvětlování problémů tvorby diplomové práce a za podnětné rady a nápady oživení mé diplomové práce.

Děkuji všem, bez nichž bych asi nikdy svoji práci nedokončila. Dík náleží mým rodičům, sourozencům, přátelům, kteří mě duševně podporovali a finančně zabezpečili.

## **Kouzlo starých chemických pokusů**

### **Resumé**

Diplomová práce se zabývá historií a vývojem chemických pokusů a jejich demonstrací.

Praktická část je zaměřena na vlastní provedení historických experimentů – příprava dřevěného uhlí, příprava uhličitanu draselného, příprava kovů redukcí dřevěným uhlím, příprava základních kyselin s příslušnou teorií. Jednotlivé pokusy jsou zhodnoceny z hlediska souvislostí s dalšími předměty výuky na ZŠ, didaktiky, techniky i bezpečnosti práce. Jsou dokumentovány fotografiemi a další grafickou dokumentací.

Diplomová práce nabízí srovnání magického kouzla starých experimentů se současností a tím by mohla posloužit k motivaci zájmu o výuku chemie.

## **The magic of the ancient chemical experiments**

### **Summary**

The diploma thesis deals with history, development and demonstrations of the chemical experiments.

The practical part focuses on accomplishing historical experiments – preparation of charcoal, potassium, metals by reduction with charcoal and basic acids with their theory. Each experiment is evaluated from point of view: connection with other subjects in the primary school, methodology, technique and labour protection. They are proved by evidence with photographs and other graphic documentation.

The diploma work compares the magic spell of the historical experiments with the present and thus could help to motivate students' interest in chemistry.

# **Zauber der alten chemischen Versuche**

## **Zusammenfassung**

Meine Diplomarbeit befasst sich mit der Historie und Entwicklung der chemischen Versuche und ihrer Vorführung.

Der praktische Teil konzentriert sich auf eigene Durchführung der historischen Experimente – Vorbereitung von Holzkohle, von Kaliumkarbonat, Vorbereitung von Metall durch Reduktion mit Holzkohle, Vorbereitung von Grundsäure mit der zugehörigen Theorie. Die einzelnen Versuche sind vom Standpunkt aus der Zusammenhänge mit weiteren Fächern an der Grundschule, vom Standpunkt aus der Didaktik, Technik und auch Arbeitssicherheit betrachtet. Sie sind mit Fotos und weiteren grafischen Dokumentation bewiesen.

Diese Diplomarbeit bietet einen Vergleich des magischen Zaubers der alten Experimente mit der Gegenwart an, und damit könnte sie zur Motivierung der Interesse an Chemieunterricht dienen.

## Obsah:

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
1.1. DEFINICE POKUSU .....	10
1.2. VÝZNAM POKUSU .....	10
1.3. HISTORIE A VÝVOJ CHEMICKÝCH POKUSŮ .....	11
<b>2. DIDAKTIKA A TECHNIKA CHEMICKÝCH POKUSŮ .....</b>	<b>17</b>
2.1. VÝZNAM CHEMICKÉHO POKUSU V PROCESU VYUČOVÁNÍ.....	17
2.2. DRUHY CHEMICKÝCH POKUSŮ .....	19
2.3. ZÁKLADNÍ DIDAKTICKÉ PODMÍNKY PŘI PROVÁDĚNÍ POKUSŮ .....	21
2.4. ŠKOLNÍ CHEMICKÝ POKUS.....	22
2.4.1. Definice.....	22
2.5. DEMONSTRAČNÍ POKUS.....	22
2.5.1. Didaktický význam.....	22
2.5.2. Metodika demonstračního experimentu.....	23
2.5.3. Bezpečnost při pokusech demonstračních .....	24
<b>3. POKUSY.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1. VÝROBA DŘEVĚNÉHO UHLÍ .....</b>	<b>28</b>
3.1.1. Úvod .....	28
3.1.2. Provedení pokusu .....	29
3.1.3. Závěr.....	31
<b>3.2. PŘÍPRAVA AKTIVNÍHO UHLÍ .....</b>	<b>35</b>
3.2.1. Úvod .....	35
3.2.2. Provedení pokusu .....	35
3.2.3. Závěr.....	36
<b>3.3. PŘÍPRAVA BARVIVA .....</b>	<b>38</b>
3.3.1. Úvod .....	38
3.3.2. Provedení pokusu .....	38
3.3.3. Závěr.....	39
<b>3.4. PŘÍPRAVA POTAŠE .....</b>	<b>41</b>
3.4.1. Úvod .....	41
3.4.2. Provedení pokusu .....	41
3.4.3. Závěr.....	41
<b>3.5. PŘÍPRAVA MĚDI .....</b>	<b>43</b>
3.5.1. Úvod .....	43
3.5.2. Provedení pokusu .....	43

3.5.3.	Závěr.....	44
<b>3.6.</b>	<b>PŘÍPRAVA BRONZU .....</b>	<b>46</b>
3.6.1.	Úvod .....	46
3.6.2.	Provedení pokusu .....	46
3.6.3.	Závěr.....	47
<b>3.7.</b>	<b>PŘÍPRAVA ŽELEZA .....</b>	<b>49</b>
3.7.1.	Úvod .....	49
3.7.2.	Provedení pokusu .....	50
3.7.3.	Závěr.....	50
<b>3.8.</b>	<b>PŘÍPRAVA KYSELINY SÍROVÉ .....</b>	<b>52</b>
3.8.1.	Úvod .....	52
3.8.2.	Provedení pokusu .....	52
3.8.3.	Závěr.....	53
<b>3.9.</b>	<b>PŘÍPRAVA KYSELINY DUSIČNÉ .....</b>	<b>56</b>
3.9.1.	Úvod .....	56
3.9.2.	Provedení pokusu .....	56
3.9.3.	Závěr.....	57
<b>3.10.</b>	<b>PŘÍPRAVA KYSELINY SOLNÉ.....</b>	<b>59</b>
3.10.1.	Úvod.....	59
3.10.2.	Provedení pokusu.....	59
3.10.3.	Závěr.....	60
<b>3.11.</b>	<b>PŘÍPRAVA DUSIČNANU DRASELNÉHO.....</b>	<b>62</b>
3.11.1.	Úvod.....	62
3.11.2.	Provedení pokusu.....	62
3.11.3.	Závěr.....	63
<b>3.12.</b>	<b>PŘÍPRAVA KYSELINY CITRÓNOVÉ.....</b>	<b>64</b>
3.12.1.	Úvod.....	64
3.12.2.	Provedení pokusu.....	64
3.12.3.	Závěr.....	65
<b>4.</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>67</b>
<b>5.</b>	<b>POZNÁMKOVÝ APARÁT .....</b>	<b>68</b>
<b>6.</b>	<b>SEZNAM LITERATURY A PRAMENŮ.....</b>	<b>69</b>
<b>7.</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>71</b>



## 1. Úvod

Chemie, jejíž součástí je provádění pokusů hraje velmi důležitou úlohu v životě člověka. Doprovází lidstvo od samého počátku vývoje jeho kultury. Nález z nejstarších dob svědčí o značných chemických vědomostech a obdivuhodné řemeslné, technické zručnosti starých národů. Vše, co nás dnes obklopuje je spojeno s touto vědní disciplinou. Avšak chemie na základních a středních školách nepatří k nejoblíbenějším předmětům. Žáci většinou vidí pod vyučovacím předmětem chemie jen fakta, vzorečky, rovnice. Jen málokterý z žáků si představí pod učivem chemie skutečný svět, něco, s čím se v životě i ve svém těle setkává neustále. Vztah žáků k tomuto předmětu není vždy kladný a nemusí to být podmíněno pouze tím, že se o tento předmět nezajímají.

Výuka chemie se skládá z části teoretické a praktické, přítomnost chemických pokusů při výuce je tedy nevyhnutelná. Jelikož chemický pokus je základním didaktickým prostředkem pro motivaci žáků k výuce tohoto předmětu.

*„Chemie je relativně nudné čtení a zpracování informací pokud student nemá možnost živého znázornění. Dobrý pokus nemá pouze za účel okořenit výuku, ale pomoci naučit principům, získat všeobecných výzkumných znalostí, což umožňuje, aby se chemie stala méně abstraktní vědou.....učitel, který nevyužívá výhod pokusů škodí studentům v pochopení znalostí.“*

Richard W. Ramette (Kaufman, 1996)

Cílem práce je prokázání souvislostí starších chemických postupů se současnými postupy. Diplomová práce je rozdělena do dvou hlavních částí. Teoretická část je rozpracována do dvou hlavních kapitol, ve kterých se seznamujeme s pojmem chemický pokus, s jeho obecným významem, historickým vývojem a jednotlivými druhy a typy chemických pokusů. Rovněž pojednává o didaktickém významu pokusu v procesu vyučování, jeho technice a dále podává nástin odlišení demonstračního pokusu od pokusu žákovského. Praktická část je zaměřena na provedení samotných pokusů podle dochovaných

postupů, jejich zdokumentování a popsání užitečnosti a případných nesnází, které mohou nastat a tyto potíže minimalizovat. Diplomová práce je doplněna obrazovou dokumentací jednotlivých pokusů.

### 1.1. Definice pokusu

**Pokus** též **experiment** je soubor jednání a pozorování, jehož účelem je ověřit nebo vyvrátit hypotézu nebo poznatek, které něco tvrdí o příčinných vztazích určitých fenoménů. Pokus je základem empirického rozšiřování vědeckého poznání. Slouží jako prostředek k ověřování nabytých teoretických znalostí.

### 1.2. Význam pokusu

Jeho význam plyne z jeho postavení v samotné chemii – vědě. Vždyť velké chemické objevy byly umožněny řadou experimentů chemiky mnoha generací. Experiment tak představuje jednu ze základních metod zkoumání chemické vědy.

Dále chemický pokus přináší žákům bezprostřední informace o průběhu chemického děje, který představuje základní oblast zkoumání chemie-vědy a tedy nejdůležitější části učiva předmětu chemie. Zprostředkovaně poskytuje chemický pokus informace také o vlastnostech a stavbě reagujících látek.

*„Úkolem chemika je konati pokusy, shromažďovati pozorování a nestavěti teorie dříve, než jsou prozkoumány příslušné jevy.“*

R. Boyle (Kauffman, 1996)

*„Jeden z nejdůležitějších účelů, které pokusy nabízejí je to, že dávají učiteli příležitost, aby sdělil postoj ohledně chemie – komunikovat se studenty o smyslu chemické rozmanitosti a užitečnosti, její koheznosti a ceně jako vědy.“*

Bassam Zekin Shakhshiri (Kauffman, 1996)

### 1.3. Historie a vývoj chemických pokusů

Pokud bychom se měli podívat na první pokusy, které byly prováděny, museli bychom velmi dlouho bádát, ale já se pokusím v této části diplomové práce nastínit počátky prvních prováděných chemických pokusů.

Původ a historie chemických pokusů můžeme odvozovat od událostí, které se datují do doby pravěku, kdy se poprvé člověk setkal s jedním z přírodních živlů – ohněm. Z archeologických výzkumů a ze studia života prvobytných kmenů vidíme jaký vliv na způsob života a celý vývoj lidstva má používání ohně – ochrana před zimou, zvěří, příprava potravy a později při výrobě různých nástrojů. Příčinu ohně si lidé neuměli dlouho vysvětlit, proto jeho původ připisovali bohům.

V období starověku se lidé naučili oheň používat a postupně prostřednictvím pokusů vyvodili i příčinu ohně. Kulturní národy starověku v procesu řemeslné výroby shromažďovaly mnoho poznatků o látkách a dějích, aniž usilovaly o objasnění jejich podstaty. Starověcí myslitelé, především řečtí, zanechali ve svých dílech pozoruhodné, většinou však spekulativní představy o světě a o složení hmoty. V dobách starověku alchymisté předváděli takzvané transmutace základních prvků do zlata, které byly řádně zdokumentované.

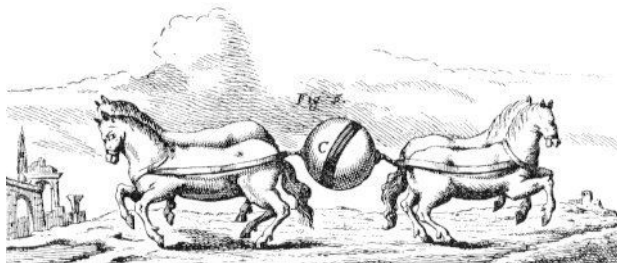
Během středověku evropští králové a princové podporovali soud alchymistů a astrologů, kteří žili často riskantně.

*„Mnohokrát jejich životy skončily předčasnou smrtí, když jejich demonstrační pokusy před královským dvorem byly předvedeny neúspěšně nebo byli prohlášeni za podvodníky.“* (Kauffman, 1996)

Vývoj chemických pokusů je bezpochyby spjat s mnoha významnými osobnostmi. Mezi významné chemiky 16. století patřil představitel metalurgické chemie německý lékař a přírodovědec, nealchymista Georgius Agricola (Georg Bauer), autor knih o hornictví a hutnictví, dále iatrochemik Johan Baptist van Helmont (1579 – 1644), zakladatel pneumatické chemie a alchymista Johann Rudolf Glauber (1604 – 1668), který napsal řadu spisů a vypracoval, zdokonalil výrobní postupy mnoha chemikálií (kyseliny chlorovodíkové, dusičné, některých solí, ledku a kyseliny octové).

Alchymie zanechala chemii především praktické poznatky, rozpracovala experimentální metody, různé způsoby žíhání a rozpouštění (Vacek, 1990).

Přestože chemie 17. století měla řadu vynikajících teoretiků a experimentátorů: Otta von Guericke (1602-1686), německého fyzika, inženýra a přírodního filosofa, který vynalezl první vzduchové čerpadlo v roce 1650 a použil jí ke studiu vzduchoprázdna a ověření role vzduchu při zapalování a dýchání. Jak uvádí G. Kauffman (1996) „V proslulých sériích uskutečněných v roce 1654 v Regensburku před císařem svaté říše římské Ferdinandem III, von Guericke utvořil dutou sféru v průměru čtrnácti palců ze dvou měděných mís (Magdeburská oblast).“ Při tomto demonstračním pokusu bylo vynaloženo obrovské síly. Pomocí vzduchového čerpadla vyčerpал vzduch ze sféry. Ačkoliv byly mísy udržovány pouze vzduchem okolo nich, koně nebyli schopné je od sebe odtrhnout, dále Roberta Boyle (1627 – 1691), ve Francii Nicolase Lemeryho (1645 – 1715) a jiných nedošlo k vytvoření teorie, která by vysvětlila zkoumané chemické jevy.



**Obr.č.1.: Magdeburská polokoule**

Nové objevy usnadňovala zdokonalená laboratorní technika (použitím dmuchavky a „zapalovacích“ skel se dosahovalo vyšší teploty při zkoumání vzorků).

Experimentální výsledky a teoretické poznatky badatelů 18. století, doplněné začátkem 19. století Daltonovou atomovou teorií a objevem základních chemických zákonů, vytvořily vědecké základy chemie.

Tradice neakademických přednáškových demonstrací se stala proslulá na konci 18. století a na počátku 19. století ve Velké Británii a v USA. Tyto soukromé přednášky některých univerzitních profesorů, kteří cestovali z města do města, kde univerzitní vzdělání bylo často nepřístupné, zde presentovali své krátké kurzy chemie obvykle sponzorované místními ministry, nebo přírodo – historickými společnostmi byly velmi proslulé. Velký moment v historii chemických pokusů na Jardinu Du Roi byl dosažen s pozváním slavného páru Macquera jako profesora a Antonie Baumého (1728–1804) jako předvádějícího. *„Během dvacetipěti let, kdy byl Baumovým předvádějícím a Macquer přednášejícím provedli společně 16 kurzů, na kterých předvedli více než 200 demonstračních pokusů a samotný Macquer prezentoval více jak 10 000 pokusů.“* (Kauffman, 1996)

V Anglii 1662 královská londýnská společnost (založena v roce 1660) stanovila Roberta Hooka (1635–1702) jako opatrovníka a demonstranta, aby poskytl nové pokusy pro téměř všechny příležitosti, kdykoliv se tato královská společnost měla setkat. Podle Johna Theophiluse Dasaguliese (1683–1744) později představitel pokusů v Royal Society je všeobecně považován za skutečného populizátora přednáškových pokusů (Taylor, 1988)

První chemické kurzy ve Skotsku se konaly na univerzitě Glasgow, William Cullen (1710–1790), který zde učil v letech 1746 až 1755. Když se stal přednášejícím chemie na univerzitě v Edinburgu v roce 1755, byl nahrazen vynikajícím nástupcem na univerzitě v Glasgow Josephem Blackem (1728–1799), který objevil utajené, specifické teplo a jako první porozuměl vztahu mezi  $\text{CaCO}_3$  a  $\text{CaO}$ , který se z něj vytváří tím, že ztrácí „fixovaný vzduch“  $\text{CO}_2$ . Black také předvedl, že  $\text{CO}_2$  je kyselé povahy a je vytvářeno dýcháním, fermentací a pálením dřevěného uhlí.

Oba muži byli vynikajícími přednáškovými demonstranty. V knize „Historie chemie (1830)“, první kniha v angličtině na toto téma od Thomasse Thomsona je zmínka o Blackovi:

Thomas napsal: *„Dr. Black se snažil každý rok vytvořit kurzy více srozumitelné a neformální a ilustrované velkým počtem příkladů ve formě pokusů, jež byly provedeny*

*vždy vynalézavým způsobem a rozumně a vždy jasně vymezil smysl pokusu a nebyly nikdy komplikované než bylo nutné. .... Žádné šarlatánství, žádné triky,..... “.*

(Thomson, 1830)

Během 2. poloviny 18. století byly velmi důležité přednášky doprovázeny bombastickými pokusy a přírodní vědci se stali kouzelníky, baviči na banketech a na večírcích. Na konci století se chemické pokusy rozvinuly do divadelních událostí a mnoho soukromých učenců je pořádalo pro vlastní pobavení.

### ***Mistři demonstrací „ zlatého věku“***

Zkoumání chemických látek a chemických dějů mělo v první polovině 19. století již svůj teoretický základ, který se postupně zpřesňoval a doplňoval.

Toto století bylo proslulé přírodovědeckými přednáškovými pokusy, které byly pořádány ve velkých přednáškových místnostech pro prospěšnost veřejnosti, mnozí z nich byli z pracujících vrstev. První mezi organizacemi, která podporovala takové přednášky, byla již zmíněná londýnská královská instituce Londýn ve Velké Británii, Albermarle Street, kde ji můžete i dnes najít. Byla založena v roce 1799 jako centrum proslulosti američanem Tory Benjaminem Thompsonem (1753–1814).

Jak uvádí Knight (1992), „ ačkoliv prvním RI profesorem chemie byl Thomas Garnett (1776–1802), který se stal úspěšným přednášejícím na Andersenově College v Glasgow Skotsko. Jeho přednáškový asistent, kornwalský mládenec Humphry Davy (1778–1829) se stal nejvýznamnějším, vynikajícím, nejvíce uznávaným a nejvíce oblíbeným chemikem a vědcem. Jeho přednášky a prováděné chemické pokusy byly velmi proslulé.“

Na kontinentu v 19. století velké množství chemiků nalezlo oblibu pro přednášky a demonstrační pokusy a také pro výzkum. Ve Švédsku během dvacátých let 19. století to byl Jöns Jacob Berzelius (1779–1848), velký systematik chemie, přednášel na přírodovědecké akademii. Mladý němec Friedrich Wöhler (1800–1882), který mu

asistoval při demonstračních pokusech se brzy stal oblíbeným chemikem v pravém slova smyslu. Justus von Liebig (1803-1873), jehož jméno je často spojováno s jeho přítelem a spolupracovníkem Wöhlerem je považován za jednoho ze zakladatelů organické chemie. „V roce 1824 Liebig byl povolán na Gieseenskou univerzitu, kde založil slavnou školu chemie, byl považován za prvního, který zahrnul studentské laboratorní práce jako hlavní část učiva chemie.“(Krätz,1990)

Vynikající američtí předvádějící 19. století byli Amos Batson (1776–1842), kočovní přednášející, který napsal příručku pro přednášející, Robert Hare (1781–1858) z Pensylvánské univerzity, vynálezce vodní dýmky. Jeden z nejranějších středo-západních učitelů chemie – John Webster (1793–1850) z Harvardské univerzity a Samuel P. Sadler (1847–1923) z univerzity Pensylvánie, autor první americké knihy o chemických demonstracích. „Chemické pokusy“, příručka pro přednáškové pokusy z anorganické chemie (Louisville, KY: Morton, 1877).

Kauffman (1996) uvádí, “V této době bylo vydáno nespočetné množství publikací a manuálů. Nejznámější z nich jsou „Instrukce jak experimentovat při přednáškách o anorganické chemii“ – od Karla Heumanna (1850–1893) a „Technik anorganické experimentální chemie“ – od Rudolfa Arenda (1828–1902) „

### ***Virtuosové pokusů ve 20. století***

V Británii byla stále živá tradice Davy–Faradayovo učení a známá především v královské společnosti. Dva chemikové, držitel Nobelovy ceny 1967 Lord Porter – formálně zvaný: Sir George Porter a sir John Neuring Thomas jsou velmi známý ohledně vynikajících přednáškových demonstrací. Dále to jsou Charles Taylor, profesor experimentální fyziky v královské společnosti, David Philips, profesor chemie na Imperial univerzitě v Londýně a Wolfson - profesor přírodní filosofie v královské společnosti; Brian Iddon univerzitní profesor na univerzitě v Salfordu. Brian Bowers z londýnského přírodovědeckého muzea si vytvořil též dobrou reputaci.

V USA byl po mnoho let velkým mistrem chemických přednáškových pokusů bez pochyby nezletilý Hubert Newcombe Alyea (1903–1996). Jeden chemický demonstrující o něm řekl „*Slyšet ho vyprávět o svém životě znamená žít chemií*“. (Kauffman, 1996)

Další virtuos, který přispěl k vývoji chemických pokusů byl Bassam Zekin Shakhashiri, zvolený děkan, americký přednáškový demonstrující, profesor chemie na univerzitě ve Wisconsinu, který se narodil v Libanonu v roce 1939 a je pravděpodobně nejznámější mezi veřejností a to především pro jeho dříve zmíněné roční zábavy „Once upon the Christmas Cheery,“ které se prováděly do roku 1969. Jeho interaktivní chemické představení je stále ukazováno v chicagském muzeu vědy a průmyslu od roku 1983, kdy bylo založeno a kdy se stal ředitelem instituce pro chemické vzdělávání.

Na závěr této části bych chtěla zmínit, že nemalý význam pro rozvoj chemie a následný vývoj chemických experimentů měly učené společnosti, které vznikaly od poloviny 17. století v kulturních střediscích různých zemí, které chemiky podporovaly. Nejstarší je londýnská Royal Society, po ní následuje Academia del Cimento ve Florencii 1657. Académie Royal v Paříži 1666, akademie berlínská 1700, petrohradská 1734, a jiné. Jak uvádí J. Banýr (1986) „*V Praze vznikla nejprve soukromá společnost učenců, jež byla poté potvrzena Leopoldem II v roce 1790 pod názvem Královská česká společnost nauk*“



## 2. Didaktika a technika chemických pokusů

### 2.1. Význam chemického pokusu v procesu vyučování

Chemie jako jedna z přírodních věd nepatří vždy k oblíbeným a vyhledávaným předmětům. Záleží proto především na učiteli, jak žáky zaktivizuje, jak jim usnadní pochopení mnohých chemických dějů a jak povzbudí jejich touhu po dalším chemickém vzdělávání. Velkou roli zde může sehrát právě chemický experiment, který je možné zařadit, do kterékoliv části vyučovací hodiny a vždy je schopen plnit funkci –motivační, expoziční, fixační či diagnostickou.

Chemický experiment má dominantní postavení při realizaci současných cílů výuky chemie nejen proto, že je nositelem informací o chemickém ději, jeho podstatě a zákonitostech, ale proto, že si žáci jeho používáním osvojují základní metodu poznávání v chemii. Chemický pokus přináší bezprostřední informace o vlastnostech látek a zprostředkované informace o vnitřní struktuře látek (Pachmann, 1986).

Pokus z hlediska didaktiky se řadí mezi jednu vyučovací metodu. V 17. století J. A. Komenský zdůrazňoval přirozenou metodu vzdělávání odvozenou z pozorování a z napodobování přírody. Tyto metody se používají i v dnešní době při výuce chemie.

Chemický experiment velkou mírou přispívá k rozvoji pozorovacích schopností žáka. Učitel chemie se musí snažit tuto schopnost využívat k rozvoji schopností daný jev popsat a logicky odvodit další průběh.

Význam chemického pokusu je, že umožňuje všestranný rozvoj dovedností žáka logicky přemýšlet. Chemický pokus je velmi významný z hlediska názornosti provedení a pochopení probírané látky. Umožňuje žákovi lépe pochopit souvislosti a lépe si zapamatovat danou látku. Chemický experiment bez ohledu, kdo ho provádí je nedílnou součástí výuky chemie na každé škole. Je prostředek výchovně vzdělávací, ale zasahuje i do oblasti cílů výuky chemie.

Rozvíjí manuální a intelektuální dovednosti žáků. Studenti si mohou jejím prostřednictvím ověřit své získané teoretické znalosti v praxi. Je i stimulátorem zájmu žáků o vlastní učení o obohacování se novými vědomostmi a dovednostmi, prostředkem k živému, názornému provedení jejich nabytých znalostí. (Pachmann, 1981)

Didaktický prostředek zprostředkující poznávání přírodovědných zákonitostí učivem chemie, které je v něm obsaženo.

Chemický pokus zařazený do výuky, umožňuje formování a rozvíjení různých stránek osobnosti žáka, neboť při jeho přípravě, realizaci a hodnocení se uplatňuje nejen činnosti intelektuální, ale i činnosti senzorické a motorické.

Z didaktického hlediska pohlížíme na chemický pokus jako na materiální didaktický prostředek, který přispívá k plnění výchovně vzdělávacích cílů a ve výchovně vzdělávacím procesu má své nezastupitelné funkce.

Vzhledem k výchovně vzdělávacím cílům výuky chemie rozlišujeme informativní, formativní a metodologickou funkci chemického pokusu (Halbych, 1985). Informativní funkcí chemického pokusu rozumíme soubor všech informací, které žáci v průběhu jednotlivých fází chemického pokusu získávají. Formativní funkce je zprostředkovaná přes funkci informativní. Metodologickou funkcí chemického pokusu spatřujeme v možnostech zprostředkovat s jeho pomocí cestu poznání, kterou prochází ve svém vývoji chemie jako věda.

Jak uvádí Halbych (1985) „Vzhledem k jednotlivým fázím výchovně vzdělávacího procesu prameny uvádějí funkce motivační, osvojovací, upevňovací a v neposlední řadě funkci opakovací. Vzhledem k vyučovací činnosti učitele a učební činnosti žáka během výuky se vyčleňují další funkce chemického pokusu a jsou to funkce: gnoseologické, řídicí a psychologická. Gnoseologická funkce chemického pokusu je součástí výchovně vzdělávacího procesu chemie, jejíž základem jsou empirické a teoretické poznávací postupy a jejich kombinace. Z psychologického hlediska je funkce školního chemického

*pokusu spojena s různým stupněm aktivity a samostatnosti žáků při přípravě, provedení a vyhodnocování pokusů. “*

## 2.2. Druhy chemických pokusů

Chemické pokusy lze rozdělit do několika skupin a didaktická literatura uvádí značné množství různých hledisek třídění pokusů, dál a dál se dělících na mnoho typů. Jedno z možných rozdělení si nyní uvádíme (Pachmann, 1986).

### **podle vnější formy výuky**

školní

domácí

#### **a) podle vnitřní formy výuky**

demonstrační

frontální

simultánní

samostatné – provádějí jiný pokus žák od žáka, skupina od skupiny

#### **b) podle fáze výuky**

motivační, uvádějící, shrnující,.....

pokusy určené k jednotlivým fázím výuky

#### **c) podle způsobu poznání**

***zjišťující*** – pokusy k vyvození nových poznatků

- vysvětlující – prezentují a vysvětlují žákům nové učivo

- ověřující – pokus, na kterém si žáci porovnávají svoje předpoklady se skutečností
- problémové – žáci k novým poznatkům dojdou samostatně řešením problému, který jim pokus předkládá

*dokládající* – pokusy, které doplňují a prakticky dokládají probrané učivo

- konkretizující – pokusy, které následují po výkladu obtížného učiva
- aplikující – pokusy, které využívají osvojené poznatky k rozšíření nové souvislosti
- reprodukcující – pokusy, vhodné pro žáky k upevňování učiva

d) podle povahy zhodnocení výsledků

- kvalitativní – pokusy, kdy nám jde o podstatu zkoumaného jevu, nejde nám o číselné zhodnocení výsledku pokusu
- kvantitativní – účelem je jeho číselné zakončení a zhodnocení výsledku

e) podle množství použitých látek

makrotechnické

semimikrotechnické

mikrotechnické

Podrobnější přehled různých typů chemických pokusů uvádím v příloze č.1.

Každý z typů pokusů uvedených ve schématu má své specifické charakteristiky, které předurčují jeho výchovně vzdělávací funkce. Jeden chemický pokus nemusí být zařazen pouze do jedné kategorie, naopak lze jej zařadit do hodiny základního typu, do hodin laboratorních cvičení nebo jej provést jako pokus demonstrační, žákovský, zjišťující ale i jako pokus kvantitativní. Záleží na učiteli, který typ pokusu zvolí, ale musí znát jejich didaktické zvláštnosti.

## 2.3. Základní didaktické podmínky při provádění pokusů

Chemie byla, je a bude vědou o zákonitostech chemických experimentů. Jejich realizace v praxi je stále složitější, protože se zvyšují náklady na chemikálie, čas, laboratorní materiál a při jejich provedení je nutné respektovat stále striktnější bezpečnostní předpisy.

Při chemických pokusech by se nikdy nemělo postupovat tak, jak to bylo běžné u starých alchymistů, kteří náhodně slévali různé kapaliny a zvědavě čekali, co z toho vznikne.

Každý pokus musí být naopak cílevědomý, předem připravený a promyšlený, učitel musí vždy vědět, proč dochází k příslušné reakci a snažit se vždy vysvětlit pochody, které při pokuse probíhají. Příprava na proces zahrnuje významná organizační opatření a zřetele, ještě před procesem, tj. před experimentální činností v chemii. Jsou jimi materiální a technická stránka vyučování chemii, stránka bezpečnosti a hygieny práce, kterým je třeba věnovat náležitou pozornost, nic nezanedbat, zajistit naopak potřebnou prevenci.

### Struktura chemického experimentu (Čtrnáctová, 1997)

1. fáze - přípravná
  - a) materiální
    - příprava chemického nádobí a dalších laboratorních pomůcek - váhy, kahany,) chemikálií
  - b) nemateriální
    - sem se řadí připravenost pokus provést, pozorovat průběh pokusu
2. fáze - provedení pokusu
3. fáze - vyhodnocení
4. fáze – zpracování údajů

Chemický pokus přináší žákům určité informace o složení, vlastnostech a chování látek. Z toho důvodu se musí pokus provádět tak, aby se daly jednotlivé změny dobře pozorovat. Učitel, pro musí volit správnou techniku a přijatelné množství jednotlivých látek.

*„Demonstrující učitel má myslet v kilogramech, metrech a litrech nikoli v gramech, centimetrech a milimetrech“*

P. Arthur (Arthur, 1939)

## 2.4. Školní chemický pokus

### 2.4.1. Definice

Školní chemický pokus, jako jeden z významných didaktických prostředků je charakterizován specifickými znaky, kterými se odlišuje od chemického pokusu vědeckého.

Pokus plní na jedné straně vzdělávací cíle osvojováním poznatků, výchovné cíle v oblasti činností experimentálních, dotváří profil jedince výchovnými stránkami, které experiment zprostředkuje. Na straně druhé působí chemický pokus na jednotlivého žáka svojí výraznou stránkou emotivní. Je mu svěřena motivace žáka k činnostem, o které bude mít zájem, kterými se bude vzdělávat a vychovávat. (Halbych, 1985)

## 2.5. Demonstrační pokus

### 2.5.1. Didaktický význam

Demonstrační pokus je pro žáky ukázkou vzorné pracovní techniky učitele, kterou pak sami napodobují při vlastním experimentování. Tento způsob umožňuje soustředit pozornost všech žáků na detaily, které by jim unikly při žákovských pokusech.

Demonstrační pokusy jsou nezbytné při rozvíjení schopnosti plánovitého a cílevědomého pozorování i při výchově správného chemického myšlení.

### 2.5.2. Metodika demonstračního experimentu

Metodické kroky při provádění demonstračního pokusu jsou:

- myšlenková příprava (uvedení problému, který má být pokusem řešen, formulace otázek)
- myšlenková příprava provedení (zařízení, aparatura)
- jednoznačná formulace úkolu pokusu spojená s usměrněním pozornosti žáků
- technické provedení pokusu (učitel komentářem usměrňuje pozornost žáků na určité jevy)
- shrnutí výsledků pozorování
- vysvětlení a zhodnocení výsledků experimentu

*„Pokus musí být časově přiměřený, velmi dobře připravený, odzkoušený, viditelný, velkolepý, může být spojen s využitím Aleyovy TOPS techniky, jednoduchý – bez zmatků, živý a dramatický neboť demonstrační pokus má mnoho společného s hrou na jevišti.“*

Wesley Smith (Kauffman, 1996)

### 2.5.3. Bezpečnost při pokusech demonstračních

Experimentální práce v chemii je vždy spojena s možností požáru a výbuchu, s možností poranění při práci se sklem, kahany. Proto zásada bezpečnosti a hygieny práce má při výběru žákovského a demonstračního pokusu dominantní postavení.

Jak uvádí G. Kauffman (1996) „*Ve starších dobách, kdy bezpečné opatření, které se dnes snaží jednotlivý učitelé plnit při různých pokusech, byly pravidelně zanedbávány. Nehody při demonstračních pokusech proto byly velmi časté. Důkazem toho je nehoda, která se stala v Mnichově Liebigovi při pokusu, kdy spaloval CS<sub>2</sub> v NO. Při této události bylo zraněno několik lidí z publika a samotný Liebig byl ohrožen na životě. Šťastná náhoda ho zachránila před vykrvácením ze stehenní tepny. Při dalších pokusech, které byly prováděny došlo i k dočasnému ohluchnutí zúčastněných a k jiným zraněním.*“ Z tohoto důvodu americká společnost v roce 1988 schválila titul „Minimální bezpečnostní příručka při demonstračních pokusech“. (Bodner, 1985)

V této příručce byly popsány základní bezpečnostní předpisy, podle kterých se předvádějící museli řídit. Výčet předpisů se vztahoval na to, co musí předvádějící respektovat a znát.

*„Znát vlastnosti chemikálií a chemických reakcí, které jsou zahrnuty v pokusech.*

*Přizpůsobit se pravidlům a směrnicím. Nosit přiměřené oční chrániče a další ochranné prostředky. Varovat členy publika, aby si chránili uši v případě, že by byl naplánovaný jakýkoliv hluk. Plánovat pokusy tak, aby nebezpečné množství škodlivých plynů (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) se nedostalo do ovzduší v předvádějící místnosti. Zabezpečit vzdálenost pokusu od publika. Zařídit si, aby měli po ruce hasicí prostředky, kdykoliv je nepatrná možnost vzniku ohně. Nikdy netestovat nebo povzbuzovat přihlížející k ochutnávce jakékoliv látky. Nepoužívat při demonstracích části těla. Nepoužívat otevřené nádoby, láhve s těkavými, toxickými látkami (benzen, formaldehyd, CCl<sub>4</sub>,*



*CS<sub>2</sub>) bez umožnění větrání pomocí dýmajícím přiklopem. Obstarat přiměřené odpadní láhve pro následné materiály nebezpečné pro životní prostředí.*“\*

Při porovnání těchto pravidel s metodikou všech pokusů v dnešní době je tento výčet velmi základní. Podrobnější informace o směrnicích a podmínkách při provádění pokusů jsou dostupné na internetových stránkách ministerstva životního prostředí – zákon 356/2003 Sb.

Obecná pravidla (Solárová, 1996)

Žádný pokus se nesmí dělat ve třídě, dokud jste jej dříve důkladně nepřezkoušeli. Experimenty dělejte s takovými dávkami a koncentracemi látek, v takovém nádobí a přístrojích a za takových podmínek, jak je uvedeno v literatuře. Všechny změny v provedení pokusu opět předběžně vyzkoušejte.

K pokusům používejte čisté nádoby.

Před odebíráním látky k pokusu pozorně čtěte nápis na etiketě.

Je nesprávné pracovat před žáky bez ochranných prostředků, pokud to povaha pokusu vyžaduje.

Při práci s plyny nezapomínejte na zkoušku hermetičnosti a průchodnosti aparatury. Žáci nesmí přijít do styku s toxickými a jedovatými látkami, žíravinami a hořlavými látkami.

Nepodceňujte bezpečnostní opatření při práci s elektrickým proudem, zvláště je-li odebírán ze sítě a dále pak při práci se zdroji vysokého napětí- žáci s těmito zdroji nepracují vůbec!

Udržujte v pohotovosti lékárníčku, neutralizační roztoky a hasící prostředky.

Při práci s hořlavinami mějte k dispozici protipožární prostředky: hasicí přístroj, bedničku s pískem, vlhký hadr mějte vždy po ruce přímo na demonstračním stole. Hořlaviny nenoste na demonstrační stůl ve větších objemech; neumísťujte je poblíž plamene.

Je nutné mít k dispozici bezpečnostní listy všech chemikálií.

---

\* American Chemical Society Division of Chemical Education *CHED Newsletter*, Fall 1991, str.34.

### 3. Pokusy

Člověk žije na zemi přes dva milióny let, člověk našeho typu asi 40 tisíc let. Avšak teprve před 12 tisíci lety člověk ovládl oheň a začal jej využívat k ohřevu, vaření potravy a na ochranu.

Současný život člověka si nelze představit bez výrobků, na kterých se podílela chemie neboť téměř všechny předměty denní potřeby jsou přímo či nepřímo produktem chemického průmyslu.

Většinu látek, které člověk potřebuje musí získat složitým postupem z přírodních surovin. Tak se ze železné rudy vyrábí železo, z křemenného písku sklo a z cukrové řepy cukr, ze dřeva papír.

Už v dávné historii používalo lidstvo rostlinné a jiné prostředky, které našli v přírodě pro svoji obživu a ochranu ale i pro různé chemické pokusnictví, i když tento termín neznali.

První velmi důležitou chemickou reakcí bylo hoření. Při prvních pokusech, kdy se člověk snažil přimět různé látky k hoření používal též přírodní materiály – kámen (tření), paprsky slunce, později sklo. Avšak proces a mechanismus hoření neznal. Více ho zajímaly látky, které při hoření vznikaly. Všiml si, že vznikají jako vedlejší produkty látky – popel a dřevěné uhlí, které začal dále používat.

Další svědectví o tom jak se vyvíjelo chemické myšlení může být doloženo na příběhu o pravěkém lovcí, který si posolil kus masa z uloveného soba nebo mamuta. Kde vzal sůl? Odpařením mořské vody. Pravěký člověk si však nekladal otázku a nepátral po významu tohoto procesu, zajímalo ho jen to, že získá látku vhodnou k ochucení potravy. Nevěděl ani to, že bez soli by zemřel. Bylo mu jedno, co jsou to vlastně ty špinavě bílé krystalky. Časem se je naučil připravovat i čisté. Při zkoumání svého okolí a na základě zkušenosti došel k závěru, že není nezbytné získávat sůl odpařováním mořské vody, ale že může využít rostliny, neboť v nich je též sůl bohatě zastoupena.

Z předešlého příběhu lze usuzovat, že veškeré zkušenosti a znalosti člověk získával postupně a mnohdy i na základě náhod. Získané vědomosti byly předávány z generace na generaci a většinou ve formě slovní, takže mnoho dokumentů nebylo, a tak některé chemické látky nebyly popsány a jejich objev je mnohdy připisován někomu jinému.

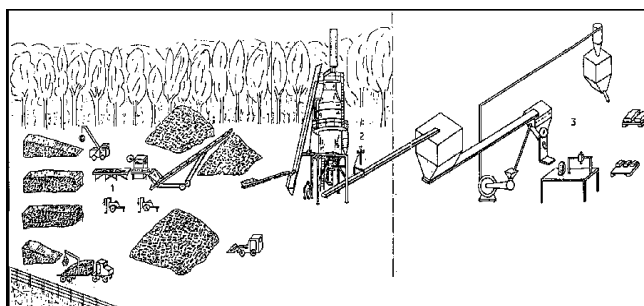
Z dochovaných dokumentů víme, že praktické znalosti starověkých kulturních národů byly značné.

Velmi známým obdobím, které přispělo k rozvoji a jsou z něj dochovány některé spisy je období alchymie. Nejen období alchymie ale i další období přinesla lidstvu řadu užitečných postupů pro čištění látek, výrobu kovů, získávání barviv; léčiv a laboratorních pomůcek. Na základě těchto postupů vznikaly dnešní technologické procesy. Pokusy, které jsou zařazeny do této části vycházejí z postupů, které byly používány v minulosti. Pokusy jsou řazeny z hlediska vývoje chemie, na základě postupného získávání znalostí o chemikáliích a vztazích – vliv teploty, množství, koncentrace.

### 3.1. Výroba dřevěného uhlí

#### 3.1.1. Úvod

K otopu v lidských obydlích - ohništích, pískách a pecích se užívalo většinou přímo dřevo, ale pro potřeby kovářství (a některých dalších řemesel) bylo zapotřebí také velké množství dřevěného uhlí. Výrobou dřevěného uhlí se zabývali specializovaní řemeslníci - **uhlíři** (*carbonistes*). Protože výroba uhlí spotřebovala velké množství dřeva, pálili je uhlíři přímo u zdroje - v lesích.

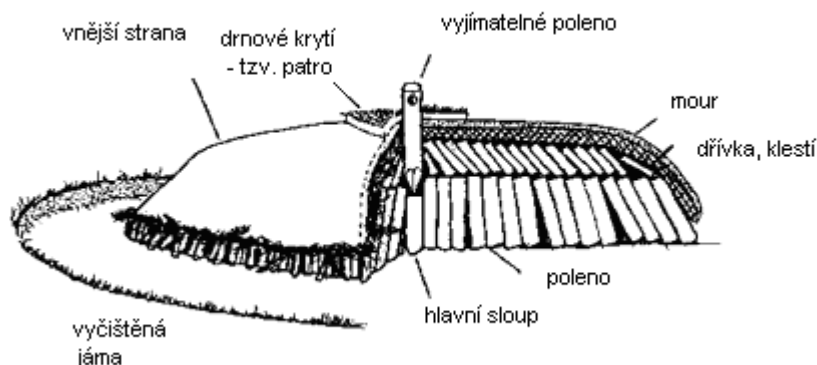


Obr.č.2.: Příprava dřevěného uhlí

Dřevěné uhlí se v zásadě dalo pálit z jakéhokoli dřeva, ale důležitá byla jeho výhřevnost - proto bylo výhodnější pálit ze dřeva listnatých stromů a ze starších jehličnanů, kácených v době, kdy stromy nejsou napuštěny mízou.

Techniku výroby dřevěného uhlí v nejstarším období neznáme - je možné, že se vyrábělo podobně jako dehet řízeným tlumeným pálením ve speciálních jamách. Později se však dřevěné uhlí pálilo v tzv. *milířích* a o této technice můžeme uvést alespoň to, co se dochovalo z mladších pramenů. Před pálením bylo potřeba připravit prostorné, rovné a kruhové místo zbavené trávy, kamení a kořenů, na kterém se dále zakládal milíř. Základ milíře tvořila středová tyčka nazývaná *král* (někdy se používalo více tyček svázaných houžvemi). Pak se král obkládal poleny, mezery mezi velkými se vyplňovaly menšími kusy a drobným dřívím. Na spodní vrstvu se stejným způsobem kladla další, až milíř dosáhl vrcholu. Směrem k vrcholu jsou kusy stále kratší, aby milíř

získal kopulovitý tvar. Hotový milíř se musel zvenčí utěsnit - pokrýt na tzv. *patro* a *mour*. *Patro* se dělalo z vrstvy drnů, chvoje, jehličí, mechu, rákosí či slámy. Na *patro* se přidal *mour*. Na *mour* se používala kvalitní mastná zem nebo zem smíchaná s uhelným prachem (*mour*).



Obr.č.3 : Rekonstrukce milíře

### 3.1.2. Provedení pokusu

tab.č.1

Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	různé druhy polínek
Pomůcky	křemenná ampule, kahan, hodinové sklíčko
Čas	20 minut

Křemennou ampuli naplněnou třískou polínka upevníte do stojanu. Zahřívejte do té doby než tříska polínka zuhelnatí. Následně celou aparaturu nechte vychladnout. Po vychladnutí vysypte získaný produkt na hodinové sklíčko.

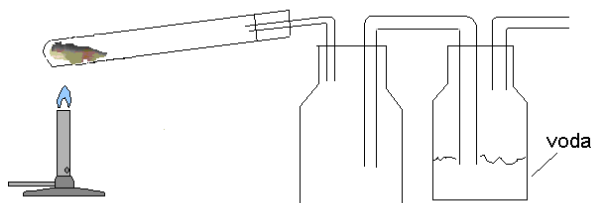
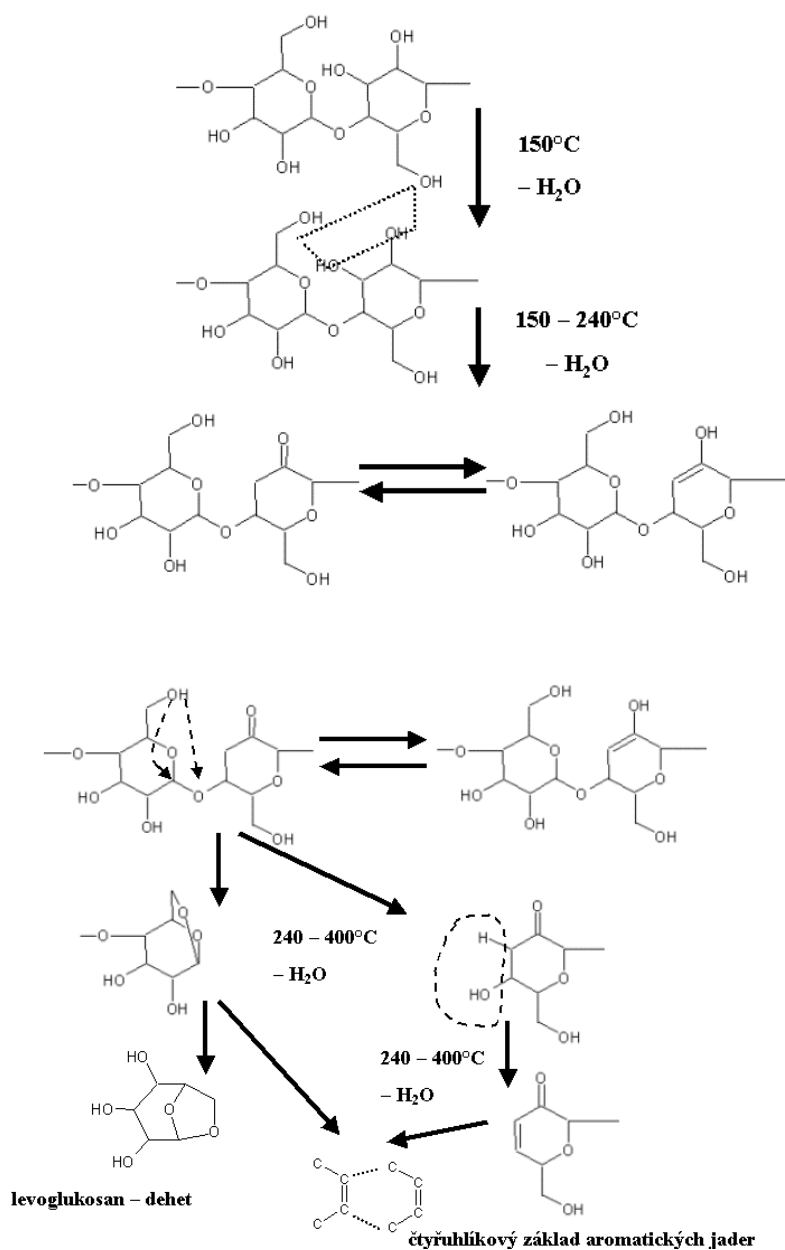
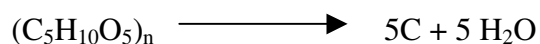


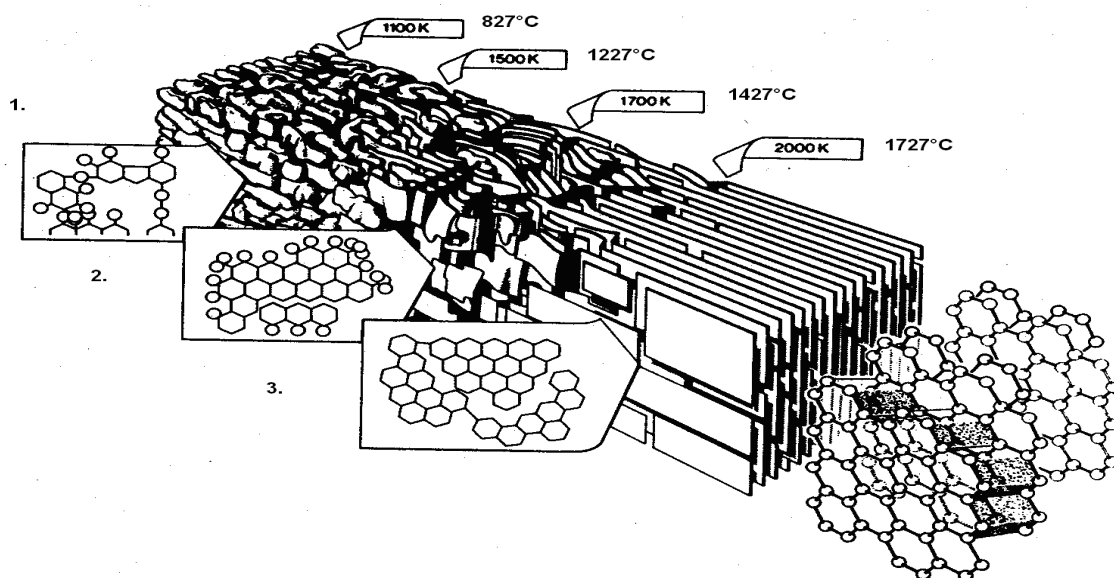
Schéma č.1 : Aparatura pro přípravu dřevěného uhlí

## Princip

Při pokusu dochází k rozkladu celulózy za uvolnění uhlíku, vody a páry kapalných uhlovodíků, tvořící černou kapalinu zvanou dehet, která se usazuje na těžkotavitelné zkumavce.



Skutečný proces je složitější – dřevo obsahuje také lignin (viz. příloha č.2), který se díky přítomnosti benzenových jader karbonizuje snadněji než celulóza a také roztoky  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  solí v buňkách. Jejich přítomnost dává dřevěnému uhlí různé mikrostruktury (viz. snímek č.1).



Obr.č.4.: Vývoj struktury po karbonizaci nad 800°C

Obrázek znázorňuje vývoj struktury karbonizovaného dřeva. V jednotlivých fázích je vidět jednotlivé vázání aromatických skeletů při určité teplotě.

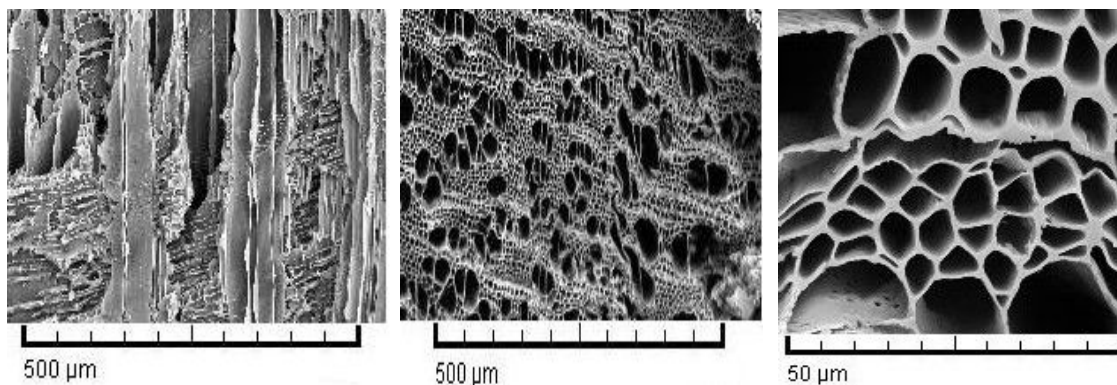
Didaktický přínos

Pokus umožní žákům vizuálně se seznámit s procesem karbonizace. Názorná ukázka přípravy dřevěného uhlí v milířích.

### 3.1.3. Závěr

Provedení tohoto pokusu není obtížné a jeho vizuální efekt je nesporný. Postupem, který jsem zvolila bylo vyrobeno velmi kvalitní dřevěné. Příprava dřevěného uhlí lze provést i ve školních podmínkách.

Učitel může v rámci zájmové činnosti, chemického kroužku zadat práci: zmapování výskytu milířů v České Republice. Motivace žáka navštívit v období prázdnin skanzeny, muzea, které nabízejí programy týkající se této problematiky.



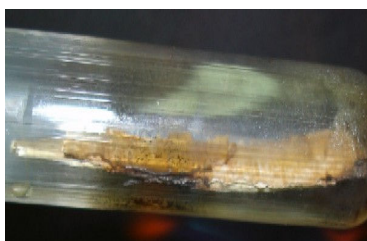
**Snímky č.1: Připravené dřevěné uhlí pomocí SEM**



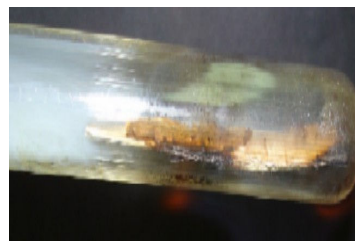
## Karbonizace



dřívko (jasan)



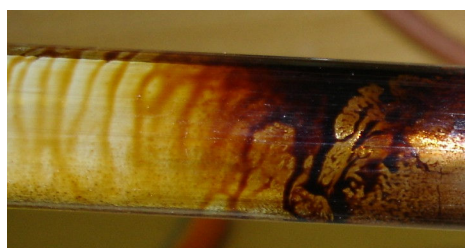
první změny při žíhání



únik par



vznikající produkty – dehty



unikající páry



usazování dehtů na  
těžkotavitelné zkumavce



zachycení jedovatých zplodin do destilované vody – únik plynů



dřevěné uhlí (jasan)



dřevěné uhlí (bříza)

## 3.2. Příprava aktivního uhlí

### 3.2.1. Úvod

Aktivní uhlí, v dnešní době nejrozšířenější adsorpční prostředek, prošlo od svého objevu na počátku tohoto století složitým vývojem jak po výrobní tak po aplikační stránce. Aktivní uhlí se vyrábí karbonizací a aktivací uhlíkatého materiálu téměř výhradně rostlinného původu, například ze dřeva, uhlí, rašeliny, pecek a různých skořápek.

### 3.2.2. Provedení pokusu

tab.č.2

Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	dřevěné piliny, 20 ml 5% roztoku $\text{ZnCl}_2$ , destilovaná voda
Pomůcky	kahan, filtrační aparatura, křemenná ampule
Čas	20 minut

Do kádinky o objemu 250 ml smíchejte 50 g dřevěných pilin s 20 ml 5% roztoku  $\text{ZnCl}_2$ . Zahřívajte 10 minut a poté za tepla zfiltrujte. Získaný produkt vysušte v sušárně a poté žíhejte v aparatuře do zuhelnatění.

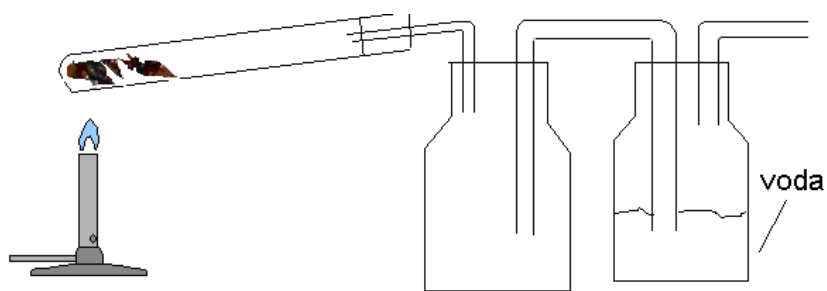


Schéma č.2: Aparatura pro přípravu aktivního uhlí

## Princip

Výroba aktivního uhlí při chemické aktivaci vychází téměř výhradně z odpadů dřeva (pilin). Přídavkem aktivačního činidla (chloridu zinečnatého nejčastěji) se ovlivní průběh pyrolytických pochodů, takže se potlačí na minimum vývoj dehtů a ve srovnání

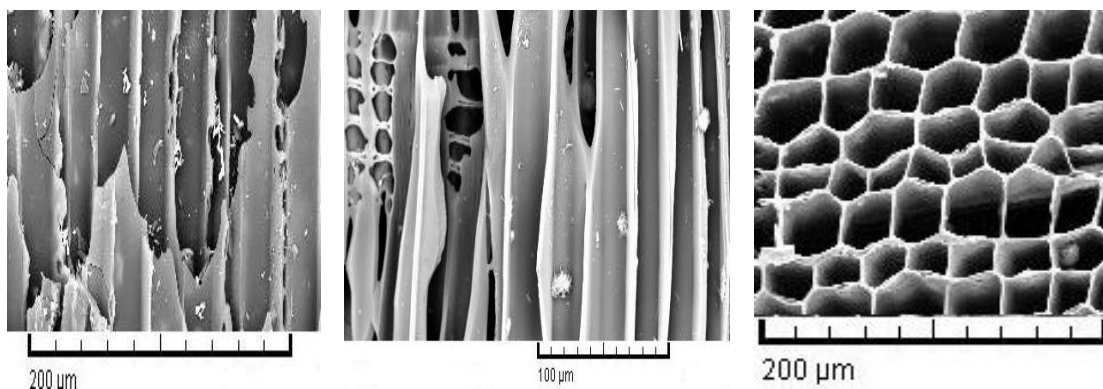
s normální karbonizací klesne i množství vodní fáze destilátu (kyseliny octové, methanolu). Úměrně se zvětší výtěžek uhlíku v tuhé formy karbonizovaného produktu. Karbonizace za těchto podmínek poskytuje uhlíkovou látku, která má vlastnosti dobrého aktivního uhlí. ( $\text{ZnCl}_2$  odtěká, bod varu  $732^\circ\text{C}$ )

### 3.2.3. Závěr

Přípravou aktivního uhlí tento pokus nekončí. Učitel pomocí připraveného aktivního uhlí odbarví roztok methylenové modře. Žáci na základě předložených snímků řeší otázky: Jakou vlastnost má aktivní uhlí?

Co je příčinou odbarvení roztoku?

Poznámka: Aktivní uhlí se musí v roztoku methylenové modře nechat chvíli působit.



Snímky č.2: Připravené aktivní uhlí pomocí SEM

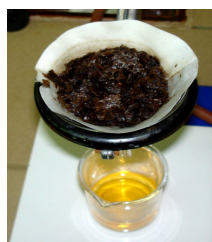
## Aktivní uhlí



výchozí materiál – piliny



piliny v roztoku  $\text{ZnCl}_2$



filtrace zahřátého roztoku



sušení produktu



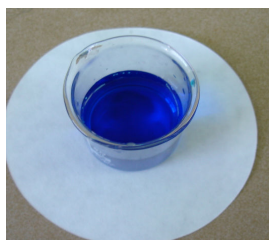
produkt po vysušení



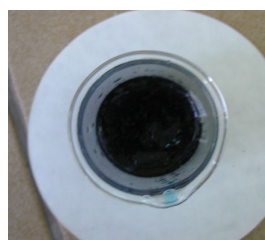
žihání



aktivní uhlí



roztok methylenové  
modři



roztok methylenové  
modři s aktivním  
uhlím



odbarvený  
filtrát

### 3.3. Příprava barviva

#### 3.3.1. Úvod

Celá lidská civilizace je spojena s barvami. V celém kulturním vývoji lidstva, od pravěku až skoro do konce 18. století se k barvení užívalo jen přírodních barviv. Z období 2600 př. n. l. pochází z Číny nejstarší písemná zmínka o barvení. Pro barvení se používaly barvy z různých hlinek, uhlíky a saze, které rozetřené spolu s živočišnými tuky, sloužily ke zdobení těla i k vytváření rituálních obrazů. Krásné jeskynní kresby z Francie a Španělska jsou působivým dokladem této techniky dodnes.

V období pozdního feudalismu sloužila k barvení borůvková šťáva, která dávala modrou barvu, na žluto se barvilo šafránem. K barvení sukna se používalo duběnek, dávající černou barvu.

Od 17. století se používalo převážně indigo. V dnešní době se používá synteticky připravených barviv. (Banýr, 1986)

Já se pokusím připravit barvivo z cibulových slupek (slupek). Návod je uveden v knize „Barvení textilií pomocí rostlin“ (Bidlová, 2005).

#### 3.3.2. Provedení pokusu

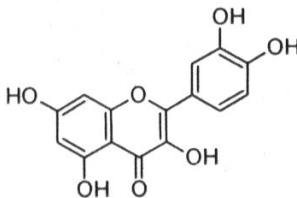
tab.č.3

Typ pokusu	žákovský
Chemikálie	cibulové slupky, látka (bavlna), skořápka z vajíčka
Pomůcky	kádinka, kahan,
Čas	20 minut

Kádinku 500ml naplňte destilovanou vodou a cibulovými slupkami. Nechte ¼ hodiny povařit. Po této době získává roztok rezavohnědou barvu. Do této lázně ponořte předem vypranou látku a nechte v lázni po dobu 15 minut.

## Princip

Cibulové slupky obsahují pyranové barvivo kvercetin, které dává velmi sytou hnědo-rezavou barvu.



Obrázek č.5: Kvercetin

### 3.3.3. Závěr

Didaktický přínos

Žáci si uvědomí na základě pozorování přírody, že spousta látek okolo nich obsahuje nějakého barvivo a mohou mít za úkol zjistit z jakého dalšího přírodního materiálu lze získat barvivo.

Poznámky

Barvení velikonočních vajíček.

## Příprava barviva



cibulové slupky



vaření slupek v  $\text{H}_2\text{O}$



obarvené materiály: vajíčko,  
bavlna



sytost barvy  
před vypráním



sytost po vyprání



### 3.4. Příprava potaše

#### 3.4.1. Úvod

Potaš – chemicky uhličitán draselný, byla a dodnes je důležitou surovinou ve sklářském průmyslu. Užívá se jako tavidlo a sklo má tak lepší třpyt. Dříve se používalo v barvárnách, bělidlech při výrobě mýdla.

Uhličitán draselný se získával v první řadě z popela, který se sbíral v domácnostech, jelikož se topilo výhradně dřevem, uhlí se nevyužívalo. V dnešní době se tohoto postupu též využívá a to především v zemích bohatých na dřevo - oblasti Kanady. Vyrobená potaš tímto způsobem nebyla nejlepší kvality.

Níže uvedený postup je převzat ze knihy „Tajemství chemie“ (Klimeš, 1962).

#### 3.4.2. Provedení pokusu

tab.č.4

Typ pokusu	žákovský
Chemikálie	popel ze dřeva, destilovaná voda,
Pomůcky	třecí miska, filtrační aparatura, kahan, kádinka
Čas	20 minut

V třecí misce rozetřete 50 g rostlinného popela. Tuto směs vařte v kádince s 250 ml destilované vody za občasného míchání ¼ hodiny. Za tepla zfiltrujte. Získaný filtrát odpařte (při zahuštění se nejdříve vyloučí  $K_2SO_4$  a NaCl, které odfiltrujte) do sucha a vyžíhejte. Poté rozpusťte v množství vody a opět přefiltrujte a nechte krystalizovat.

#### Princip

Rostlina za svého života přijímá nerostné látky, které po spálení buničiny na  $CO_2$  a vody zůstávají částečně v popelu, odkud se dají získat. (vyloučením)

#### 3.4.3. Závěr

Pokus je snadno proveditelný. Získaný produkt je znečištěný.

## Příprava potaše



popel z dřevěného  
klestí



zahřívání popela s  $\text{H}_2\text{O}$



filtrování zahřátého roztoku



zahušťování filtrátu



získaná potaš

### 3.5. Příprava mědi

#### 3.5.1. Úvod

Měď je jedním z mála kovů, jež znal člověk již v dobách prehistorických. Z počátku užíval mědi samotné, později většinou v podobě slitin s cínem, zinkem, olovem, arsenem, a jinými kovy. Po dlouhá staletí se měď vyráběla po řemeslnicky, stejně jako jiné kovy. Hutnicky čistá měď se začala vyrábět teprve po zvládnutí rafinačních pochodů a nejčistší technická měď teprve koncem 19. století

Pravděpodobně prvním používaným materiálem k přípravě mědi byl uhličitán měďnatý, známý jako malachit, který se již používal v kosmetice. V dnešní době vychází produkce se sulfidických rud obsahujících železo, které jsou obvykle chudé na obsah mědi, a proto jejich hutnické využití vyžaduje složitější zpracování. K výrobě mědi slouží i některé kyslíkaté měďnaté rudy, které se zpracovávají na kov přímou redukcí koksem za vysoké teploty. Sulfidické rudy, kterých je nejvíce se nejprve vypraží na vzduchu a tím se převedou na oxidy.

#### 3.5.2. Provedení pokusu

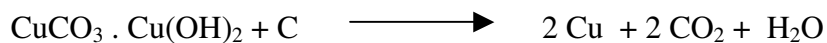
tab.č.5

Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	dřevěné uhlí, malachit
Pomůcky	křemenná ampule, kahan, hodinové sklíčko, stojan, třecí miska
Čas	20 minut

Do křemenné ampule nasype směs malachitu –  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  a rozdrceného dřevěného uhlí. Poměr jednotlivých látek je navržen, aby vše odpovídalo stechiometrii. Nejlepší množství jednotlivých výchozích látek je 1,2 g malachit a 0,3 g rozdrceného dřevěného uhlí. Tuto směs žíhejte při teplotě  $700^\circ\text{C}$  po dobu 15 minut. Poté celou aparaturu nechte vychladnout a pak vysype získaný produkt na hodinové sklíčko.

## Princip

Při pokusu probíhá redukce:



Didaktický přínos

Tento pokus je vhodné zařadit do výuky o kovech.

### 3.5.3. Závěr

Tímto pokusem vzniká malé množství mědi, které stále může být znečištěné nespáleným dřevěným uhlím. Pro vyčištění směsi po reakci je vhodné použít metodu – flotaci, kdy pomocí destilované vody plavením odstraníte nezreagované dřevěné uhlí a pomocí lihu vysušte samotnou měď.

Poznámky

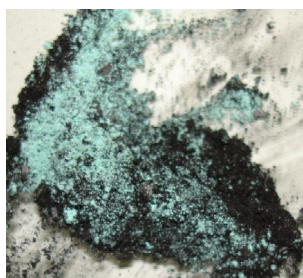
Dřevěné uhlí obsahuje velké množství potaše  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , proto je lepší dřevěné uhlí nejdříve vyvařte v kyselině solné a poté přefiltrujte a nechte v sušárně usušit. Tento postup je důležitý i pro ostatní pokusy, kde je dřevěné uhlí uvedeno jako výchozí látka.

Měď je možné vyredukovat z jakýchkoliv sloučenin, ale ( $\text{Cu}_2\text{O}$  je červený,  $\text{CuO}$ ,  $\text{CuFeS}_2$ ,  $\text{CuS}_2$  vypadají kovově (mají kovový vzhled) zásaditý uhličitán je zelený, rozdíl po redukci je tedy nejzřetelnější.

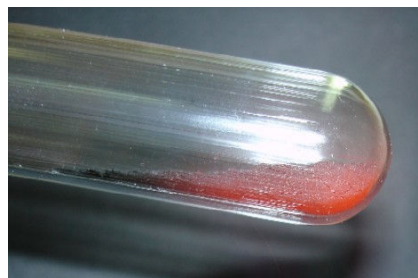
## Příprava mědi



malachit



směs malachitu s dřevěným  
uhlím



průběh žíhání



měď

### 3.6. Příprava bronzu

#### 3.6.1. Úvod

Bronz se ve starověku užíval ve stavu litém na nejrozmanitější předměty denní potřeby, zbraně i předměty ozdobné a umělecké.

Bronz má nižší bod tání než čistá měď a je tvrdší než čistá měď. Proto byl častěji používán na nástroje i zbraně. Chemikálie: malachit,  $\text{SnO}_2$  jsou přírodní materiály, které se vyskytují v přírodě.  $\text{SnO}_2$  se nejčastěji vyskytuje v přítomnosti rud.

#### 3.6.2. Provedení pokusu

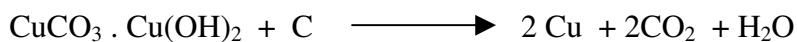
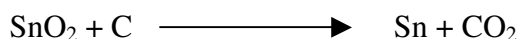
tab.č.6

Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	dřevěné uhlí, malachit, $\text{SnO}_2$
Pomůcky	křemenná ampule, kahan, hodinové sklíčko, stojan, třecí miska
Čas	20 – 30 minut

Do křemenné ampule nasypete směs  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ , rozdrceného uhlí a  $\text{SnO}_2$ . Odzkoušením této reakce s různými poměry jednotlivých látek považuji za optimální množství výchozích látek, jak je uvedeno v tomto postupu (0,75 g  $\text{SnO}_2$ , 0,18 g, C, 0,55 g  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ ). Směs žíhejte při teplotě  $660^\circ\text{C}$  po dobu 20 – 30 minut. Po zchladnutí aparatury vysypte produkt na hodinové sklíčko.

#### Princip

Při pokusu probíhají tyto reakce:



tab.č.1

Látka	Teplota rozkladu
$\text{SnO}_2$	$1630^\circ\text{C}$
$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	$200^\circ\text{C}$

Teploty uvedeny tabulce č.1 nesouvisí s teplotou reakce.  $\text{SnO}_2$  se při teplotě  $1630^\circ\text{C}$  rozkládá a vznikají následující produkty kyslík a Sn. V druhé reakci vznikají při rozkladu oxid měďnatý a voda. Teplota, při které se daná směs žihá vyplývá ze Ellinghamova diagramu.

#### Didaktický přínos

Tento pokus je velmi vhodný zařadit do hodiny pojednávající o cínu, slitinách a jejich vlastnostech. Z didaktického hlediska je tento pokus velmi praktický a to z toho důvodu, že žáci při tomto pokusu názorně vidí, že bronz má nižší bod tání, a proto se v tenkých vrstvách natavuje na stěny křemenné ampule.

#### 3.6.3. Závěr

Tímto pokusem se dá získat velmi malé množství bronzu.

#### Poznámky

Před pokusem je dobré křemennou ampuli předsušit. Pokud se nepodaří získat suroviny  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$  a  $\text{SnO}_2$  lze si je jednoduše připravit.  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$  – malachit připravíte srážením modré skalice uhličitánem sodným.  $\text{SnO}_2$  (přírodní kasiterit – cínovec) připravíte reakcí  $\text{HNO}_3$  s kovovým cínem.



malachit

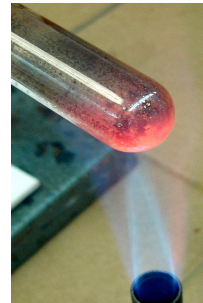
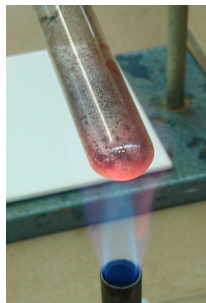


cínovec

## Příprava bronzu



směs:  $\text{SnO}_2$ , dřevěného uhlí, malachitu



průběh žíhání



výsledky žíhání

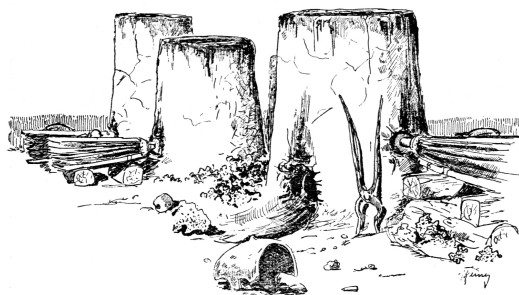


## 3.7. Příprava železa

### 3.7.1. Úvod

Pro pochopení současného stavu výroby železa po technické i hospodářské stránce i příštích perspektiv je neobyčejně důležité seznámit se s dějinami této výroby, a to nejen proto, že železo ze všech kovů nejvíce ovlivňovalo hospodářský a technický vývoj lidské společnosti, nýbrž i proto, že dnes užívané železářské pochody někdy přímo a jindy nepřímo navazují na pochody dříve užívané.

Surové železo se vyrábí již asi šest set let, s teorií vysokopecního pochodu se však hutníci začali seznamovat teprve koncem 18. a počátkem 19. století, současně s rozvojem chemie. (Píšek, 1962)



Obr. č. 6: Rekonstrukce redukčních pecí z Tuchlovic z doby římské

Teprve chemie umožnila získat správnou představu o podstatě železných rud. Zjistilo se, že železo je v rudách převážně v podobě oxidů a že surové železo je slitinou železa a uhlíku.

Hutníci poznali také podstatu vysokopecní strusky jako směsi oxidů křemíku, vápníku, hliníku, hořčíku a jiných prvků a dalších jejich sloučenin a nakonec zjistili, že hlavním pochodem probíhajícím ve vysoké peci je redukce oxidů železa a rud. Tyto základní poznatky byly stále prohlubovány pokusy v laboratořích i sledováním chodu vysokých pecí.

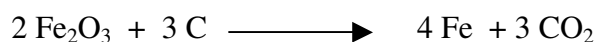
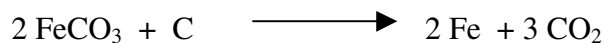
### 3.7.2. Provedení pokusu

tab.č.7

Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	dřevěné uhlí, $\text{FeCO}_3$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,
Pomůcky	křemenná ampule, kahan, hodinové sklíčko, stojan, magnet
Čas	20 -30 minut

Smíchejte 5 g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nebo  $\text{FeCO}_3$  a 1,5 g dřevěného uhlí stačí i menší množství vše umístěte do křemenné ampule a žíhejte (10–20 minut). Po zchladnutí produkt vysypte na hodinové sklíčko nebo filtrační papír a pomocí magnetu oddělte vyredukovaný kov. Závěrečné operace prezentujte pomocí zpětného projektoru.

### Princip



### Didaktický přínos

Tento pokus považuji za nejvhodnější zařadit do výuky: vlastnosti železa. Učitel může žákům zadat problémovou úlohu, zda-li předešlé rovnice jsou tak přímočaré. V chemickém kroužku, zájmové činnosti (nepovinné předměty) může učitel zadat tuto úlohu: Zjistěte, kdy byla poprvé u nás postavena redukční pec, kým?, Zmapujte oblasti ČR, kde se tyto pece zřizovaly.

### 3.7.3. Závěr

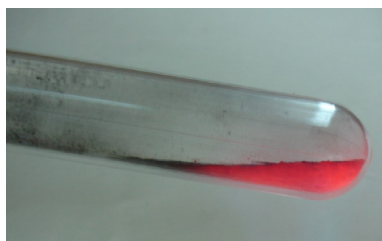
Prakticky jsem odzkoušela oba postupy výroby železa a dospěla jsem k názoru, že obě reakce jsou vhodné a prakticky proveditelné ve školních podmínkách.

## Příprava železa

A)



$\text{FeCO}_3$  s dřevěným uhlím



průběh žíhání

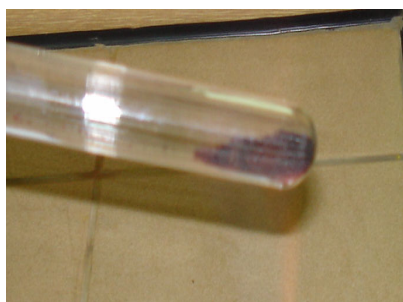


výsledek žíhání  
železo na magnetu

B)



$\text{Fe}_2\text{O}_3$  s dřevěným uhlím



průběh žíhání



výsledek žíhání produkt  
železo na magnetu

### 3.8. Příprava kyseliny sírové

#### 3.8.1. Úvod

Znalosti o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sahají daleko do starověku. Poprvé byla kyselina sírová připravena suchou destilací zelené skalice arabskými alchymisty v 11. století. Dlouho o ní nebyl velký zájem, poněvadž nerozpouštěla drahé kovy. Našla použití v medicíně potom co – věhlasný lékař Paracelsus (1493 – 1541) ji doporučil k léčení různých nemocí.

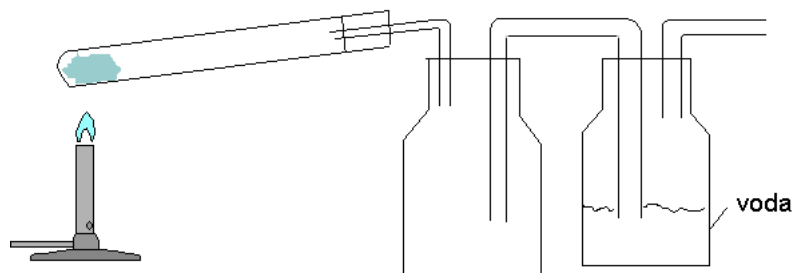
První písemné zpráva o výrobě  $\text{H}_2\text{SO}_4$  v českých zemích je z dob Rudolfa III. z XVI. století. Její příprava spočívala v pálení kalcinované zelené skalice -  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SO}_3$  nebo ještě lépe vitriolového kamene  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3$ . Unikající  $\text{SO}_3$  se absorboval ve vodě na kyselinu sírovou – oleum. Základem řemeslné výroby kyseliny sírové ve střední Evropě v letech 1680 se stal tepelný rozklad síranů železa v hliněných retortách opatřených předlohami, v nichž se zachycovala kyselina sírová.

#### 3.8.2. Provedení pokusu

tab.č.8

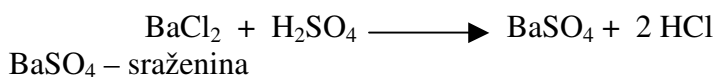
Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	zelená skalice – $\text{FeSO}_4$
Pomůcky	křemenná ampule, kahan, stojan,
Čas	20 minut

Do křemenné ampule vložte 2 g předsušené zelené skalice a žíhejte při teplotě  $490\text{ }^\circ\text{C}$ , která je též uvedena v poznámce po dobu 20 minut. Při reakci jsou velmi dobře viditelné změny – skalice se začne nejprve zbavovat krystalické vody, kterou obsahuje. Poté měnit barvu přes žluto-hnědou až po černou. První barevné změny jsou způsobeny ztrátou krystalické vody. V okamžiku změny barvy dochází k úniku par.

Schéma č.3: Aparatura pro přípravu  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 

### Princip

Během pokusu dochází k rozkladu skalice, při kterém se uvolňuje množství vody a kyselina sírová, která způsobí, že roztok  $\text{BaCl}_2$  se zakalí, což dokazuje přítomnost síranových anionů  $\text{SO}_4^{2-}$ . V kádince, do které byla jímána kyselina, probíhá následující reakce:



Rovnice rozkladu:



Didaktický přínos

Tento pokus považuji za nejvhodnější zařadit do výuky o kyselině sírové.

### 3.8.3. Závěr

Prakticky jsem odzkoušela přípravu kyseliny sírové i z jiných síranů, ale jak je uvedeno níže v poznámkách, reakce při použití  $\text{FeSO}_4$  patří k technicky a laboratorně snadno proveditelným pokusům.

Poznámky

Na základě rozkladu síranů vyplývá, že nejlepší na přípravu kyseliny sírové je zelená skalice poté modrá a následně bílá skalice. Pro další sírany už je potřeba teploty

nad  $700^{\circ}\text{C}$ , což v laboratorních podmínkách nelze spolehlivě dosáhnout. Sírany alkalických kovů a kovů alkalických zemin (i  $\text{MgSO}_4$ ) se prakticky nerozkládají – tají bez rozkladu.

Sírany	Teplota rozkladu $^{\circ}\text{C}$	Výroba $\text{H}_2\text{SO}_4$
$\text{FeSO}_4$	440	ano
$\text{CuSO}_4$	650	ano
$\text{ZnSO}_4$	600	ano
$\text{PbSO}_4$	1170	ne

**Tabulka č. 2: Teplota rozkladu jednotlivých síranů**

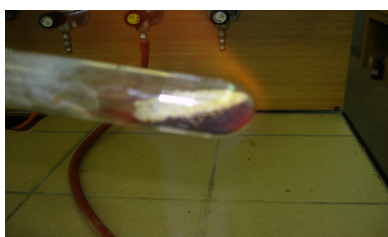
## Příprava kyseliny sírové



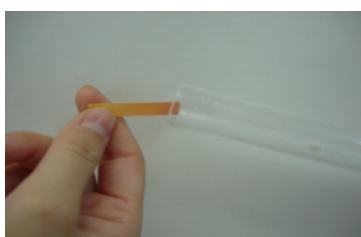
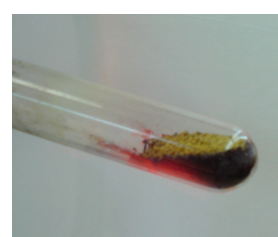
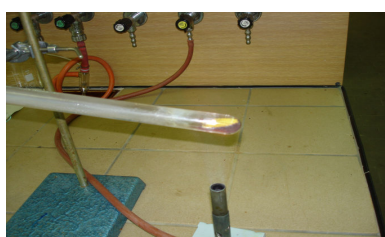
zelená skalice



průběh žíhání a změny barvy  $\text{FeSO}_4$



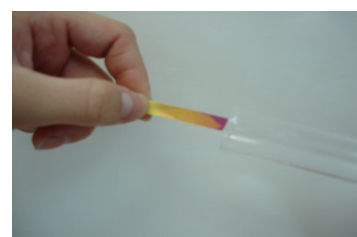
průběh žíhání a změny barvy  $\text{FeSO}_4$



důkaz kyselého prostředí



únik par při žíhání



viditelný důkaz přítomnosti kyselosti



produkt po žíhání –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$



zachycení  $\text{H}_2\text{SO}_4$  do  $\text{H}_2\text{O}$

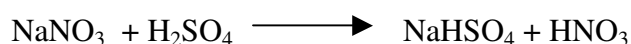


zakalení roztoku po přidání  $\text{BaCl}_2$

### 3.9. Příprava kyseliny dusičné

#### 3.9.1. Úvod

První známé sdělení o přípravě kyseliny dusičné destilací kyperského vitriolu a ledku se objevilo ve 13. století v Evropě ve spisech, za jejichž autora je pokládán arabský alchymista Djabir ibn Hejjana. Později byla kalcinovaná zelená skalice nahrazena kyselinou sírovou způsobem, který popsal německý alchymista Johann Rudolf Glauber (1604–1668), spočívajícím na reakci:



Tento postup je uveden v knize Anorganická technologie III. (Osolsobě, 1984)

#### 3.9.2. Provedení pokusu

tab.č.9

Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	dusičnan sodný, kyselina sírová,
Pomůcky	destilační aparatura
Čas	20 minut

Do baňky o objemu 250 ml nalijte 10 ml kyseliny sírové a smíchejte s 15 g dusičnanu sodného a opatrně zahřívejte 20 minut. Po chvilce se na stěnách baňky objeví žluté zbavení, což je důkaz oxidu dusičitého, přiložením vlhkého pH papírku – růžové zbavení kyselého prostředí. Pokud přiložíte ke kádince peříčko, po chvilce se peří zbarví – vznikne žlutá barva.

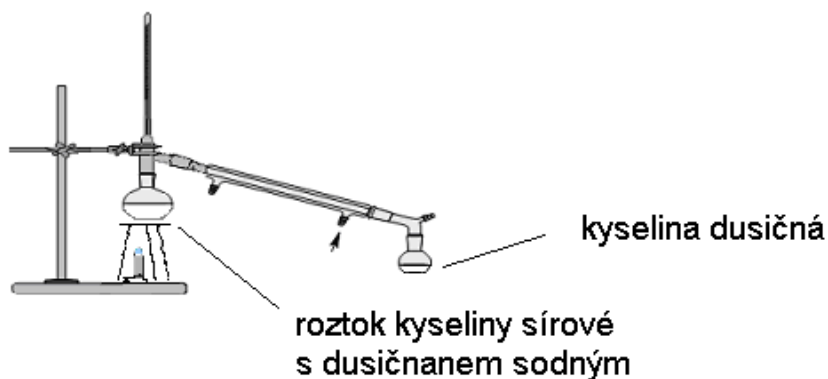
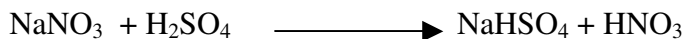


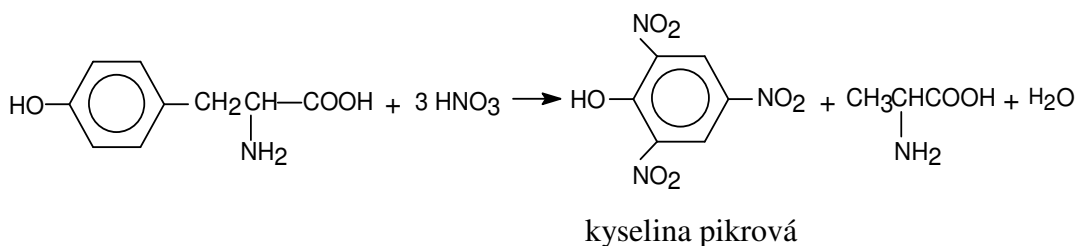
Schéma č. 4.: Aparatura pro přípravu kyseliny dusičné



## Princip



Kyselina dusičná je nestálá bezbarvá kapalina, účinkem světla se rozkládá a vznikající oxid dusičitý ji zbarvuje žlutě až hnědočerveně. Uchovává se proto v tmavých lahvích. Kyselina dusičná reaguje s bílkovinami v peříčku tzv. xantoproteinovou reakcí.



Tabulka č. 3 Fyzikální vlastnosti jednotlivých látek

Látky	Bod tání °C	Bod varu °C
NaNO <sub>3</sub>	307	rozkládá se
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10,4	273
NaHSO <sub>4</sub>	178,3	rozkládá se
HNO <sub>3</sub>	- 41,6	84,1

Vhodná teplota pro pokus musí být nižší než bod varu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> avšak vyšší než bod varu HNO<sub>3</sub>, chceme – li získat maximální výtěžek potřebujeme NaHSO<sub>4</sub> roztavit

## Didaktický přínos

Moderní výroba HNO<sub>3</sub> spočívá v katalytické oxidaci NH<sub>3</sub> získaného z N<sub>2</sub> a H<sub>2</sub> (zase katalytickou reakcí za vyššího tlaku).

### 3.9.3. Závěr

Postup, který jsem zvolila je velmi náročný na bezpečnost. Avšak z předcházející tabulky je zřejmé, že tento pokus lze provádět pomocí destilační aparatury.

## Kyselina dusičná



roztok kyseliny sírové  
s dusičnanem sodným



zahřívání roztoku, důkaz  
kyselého prostředí



důkaz přítomnosti bílkoviny  
v peří



vznik oxidu dusičitého



důkaz  $\text{HNO}_3$  na peříčku

## 3.10. Příprava kyseliny solné

### 3.10.1. Úvod

Kyselina chlorovodíková byla připravena poprvé Glauberem v 17. století zahříváním kuchyňské soli s kyselinou sírovou.

Alchymisté si HCl připravovali reakcemi uvedenými v našem pokusu. Uvedené reakce se používají u demonstrací, že i slabá netěkavá kyselina může vytěsnit silnější těkavou kyselinu při zahřívání. V dnešní době se uplatňuje syntetická příprava kyseliny chlorovodíkové spalováním vodíku s chlorem.

### 3.10.2. Provedení pokusu

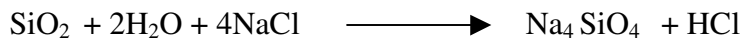
tab.č.10

Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	silikagel, (jemný křemičitý písek), případně $\text{H}_3\text{BO}_3$ chlorid sodný, destilovaná voda
Pomůcky	křemenná ampule, kahan
Čas	15-20 minut

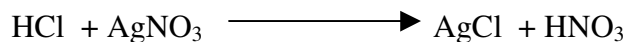
Do křemenné ampule nasypete směs ovlhčeného silikagelu s chloridem sodným a žíhejte. Množství výchozích látek je v poměru 1 : 4. Unikající páry kyseliny solné zachytěte do kádinky s vodou. Poté přidejte roztok dusičnanu stříbrného a pozorujte změny.

### Princip

Při tomto pokusu dochází pravděpodobně k těmto reakcím:



V kádince dochází k reakci, která dokazuje přítomnost kyseliny solné tím, že se daný roztok zakalí – vytvoří se bílý zákal.



### 3.10.3. Závěr

Didaktický přínos

Tento pokus je vhodný zařadit do hodiny chemie: kyselina chlorovodíková- způsob výroby, do hodin: o křemičitanech (vodní sklo – použití), pro žáky, kteří mají zájem o chemii a v rámci rozšiřujícího učiva může učitel doporučit návštěvu muzea v Turnově i v Nové Pace. (Expozice zkamenělých stromů). Učitel během pokusu vede se žáky rozhovor: kde se kyselina chlorovodíková vyskytuje v lidském těle a jaká je její koncentrace?

Poznámka

Vědeckých hypotéz, jak došlo k prokřemenění kmenů prvohorních rostlin je několik. Vše se odehrálo poté, co došlo k vyvrácení těchto rostlin a následnému překrytí slabě jílovitými usazeninami. Zdroj oxidu křemičitého byl v rozkládajících se živcích nebo i termálních pramenech. Křemičité roztoky prosytily nejen rostlinné tkáně, ale vyplnily i buněčné prostory. Část oxidu křemičitého byla vysrážena též v podobě opálu, šedomodrého chalcedonu, vícebarevného jaspisu a dalších. (Pišl, 1982)

### Příprava kyseliny solné



žíhání směsi



důkaz přítomnosti  
kyselého prostředí



zachycení HCl do vody

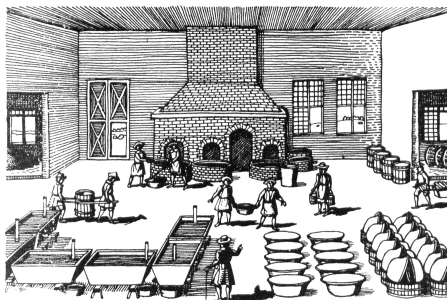


zakalení roztoku po přidání  $\text{AgNO}_3$

### 3.11. Příprava dusičnanu draselného

#### 3.11.1. Úvod

V 13. století se asi v evropské chemii a alchymii objevil poprvé termín sanytr, sal petrae, ledek čili  $\text{KNO}_3$ .



Obr.č.7:Výrobná pro přípravu ledku

Arabové ho sice znali coby *thelg as sín* neboli *sníh Číny*. A již ve středověku se mnohdy vyráběl z  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , který za vhodných podmínek krystalizuje na kamenných stěnách různých sklepů či vlhkých místnostech. V žádném středověkém prameni však není zmínka o nějakém využití těchto krystalů. První spolehlivé návody na výrobu ledu se objevují v evropské literatuře až v 16. století zaznamenané Georginem Agricolou. (Karpenko, 1987)

Ve středověku byl používán na výrobu střelného prachu a jelikož poptávka po střelném prachu neustále vzrůstala, byly zakládány tzv. sanytrové plantáže, v nichž se řemeslně urychlilo tlení rozmanitých odpadů.

Až po vyřešení chemických rovnováh (G-W) a jejich posunem (Le Chatelier) bylo možné jej vyrábět zcela uměle.

#### 3.11.2. Provedení pokusu

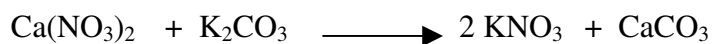
tab.č.11

Typ pokusu	demonstrační
Chemikálie	zemina, $\text{K}_2\text{CO}_3$
Pomůcky	kádinka, filtrační aparatura,
Čas	20 minut

Do kádinky (500 ml) navrstvíte zeminu a proloženou  $K_2CO_3$  a přelijte množstvím destilované vody. Tuto směs poté nechte vařit 10 minut. Zahřátý roztok zfiltrujte. Návod je převzat z knihy „Křivolaké cesty vědy“ (Karpenko, 1987). Na závěr tohoto postupu jsem provedla zkoušku (tzv. – kroužkovou metodu), zda-li se mi podařilo získat  $KNO_3$ .

## Princip

Při tomto pokusu probíhá reakce



Didaktický přínos

Tento časově a materiálně nenáročný žákovský pokus je vhodný k provedení v laboratorním cvičení. Žáci při pokusu pracují s přírodním materiálem, což umožňuje propojení chemie s běžným životem. Učitel tento pokus může propojit s ekologií. Žáci řeší otázky: Jak se dusičnany do půdy dostávají? Mohou ohrozit spodní vody? Jaké živiny jsou nutné pro růst rostlin?

### 3.11.3. Závěr

Než tento pokus budou žáci provádět, je lepší, když si učitel tento pokus nejdříve vyzkouší sám. Úspěšnost pokusu totiž závisí na dostatečné koncentraci dusičnanů a draselných solí v zemině.

Poznámky:

Kroužková reakce: ke zkoušenému roztoku se přidá malé množství koncentrovaného, čerstvě připraveného roztoku  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ . Poté se opatrně přidá koncentrovaná kyselina sírová (líje se tenkým proudem po stěně zkumavky, aby nenastalo smísení). Na rozhraní obou kapalin vzniká za přítomnosti  $NO_3$  hnědý kroužek.

## 3.12. Příprava kyseliny citrónové

### 3.12.1. Úvod

Objevení kyseliny citrónové se připisuje perskému alchymistovi Jabiru Ibn Hayyanovi. Poprvé byla kyselina citrónová izolována v roce 1784 švédským chemikem Carlem Wihlelmen Scheelem, který ji získal krystalizací citrónové šťávy.

Je jedním z klíčových buněčných metabolitů. Vystupuje v citrátovém cyklu. Je alloterickým regulátorem některých důležitých enzymů. Kyselina citrónová se vyskytuje ve velkém množství v různém ovoci a zelenině, ale největší množství jí je v citrónech a citrusových plodech, kde může tvořit až 8 % čisté hmotnosti.

### 3.12.2. Provedení pokusu

tab.č.12

Typ pokusu	žákovský
Chemikálie	citróny, aktivní uhlí, destilovaná voda
Pomůcky	kádinka, kahan, filtrační aparatura, krystalizační miska
Čas	20-30 minut

Do kádinky o objemu 50ml vymačkejte šťávu ze 2-3 citrónů a doplňte stejným množstvím destilované vody. Tuto směs zahřívejte  $\frac{1}{4}$  hodiny a za tepla zfiltrujte na jemném filtračním papíře. Je vhodné mít připraveno více filtračních papírů, kyselina rozpouští filtrační papír. Získaný filtrát odpařujte na malém plameni až asi na  $\frac{1}{3}$  objemu. Po zahuštění dejte získaný produkt do krystalizační misky a nechte krystalizovat. Získaný produkt po krystalizaci bude znečištěný – vzniknou nečisté (hnědé krystalky) kyseliny citrónové. Nečisté krystalky znovu rozpustíte v malém množství destilované vody a přidejte na špičku nože aktivní uhlí a vzniklou směs povařte. Následně zfiltrujte a nechte opět krystalizovat. Tento postup je převzatý z knihy „Pokusy bez výbuchu“ (Libkin, 1983)



### Didaktický přínos

Tento pokus je vhodné zařadit do výuky o karboxylových kyselin. Pokus propojuje více předmětů a žáci pracují s ovocem, se kterým se běžně setkávají.

Učitel poukáže tímto pokusem na mezipředmětové vztahy: Během pokusu vede se žáky rozhovor

- výživa (biologie)
- hodina chemie: karboxylové kyseliny
- zeměpis: Ve kterých zemích se citrusy pěstují?
- Může položit otázku: Lze z vyrobené kyseliny citrónové získat šumivé tablety, které si kupujete v lékárně?

### 3.12.3. Závěr

Tento pokus určený jako žákovský, slouží k procvičení laboratorní techniky, nácviku pečlivosti a manuální zručnosti.

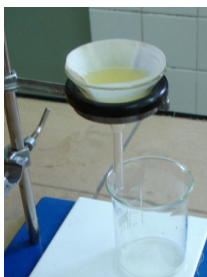
Poznámka: Postupem, který je převzatý z knihy „Pokusy bez výbuchu“ nelze získat čistou kyselinu citrónovou. Výsledkem je gelovitá hmota, což je způsobeno tím, že citrón obsahuje cukry, které tímto postupem nelze odstranit. Z toho důvodu je lepší postup uvedený v anglickém titulu „Acidum Citricum“, kde smícháte citrónovou šťávu s uhličitanem vápenatým za vzniku citrátu vápenatého, který se vysráží v horké vodě (méně rozpustný za tepla). Poté roztok zfiltrujte, citran vápenatý promyjte horkou vodou, přebytkem zředěné kyseliny sírové a odfiltrujte. Získaný filtrát zahušťujte do té doby než vznikne sirupová hmota, kterou necháte krystalizovat.

Tato reakce mi vyšla spolehlivě. IR spektrum prokázalo existenci pouze kyseliny citrónové.

## Kyselina citrónová



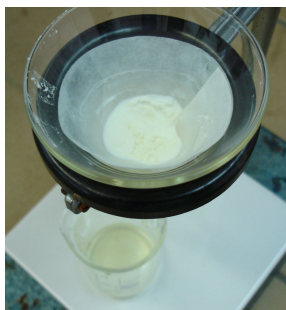
výchozí materiál



filtrace citrónové šťávy



zahušťování filtrátu



filtrace citranu vápenatého



krystalky kyseliny citrónové

#### 4. Závěr

V průběhu své praxe na základních školách se mi potvrdila domněnka, že žáci nemají v oblibě předmět chemie. Zjistila jsem, že pod tímto předmětem vidí pouze vzorečky a rovnice a nedokáží si získané poznatky propojit s praxí. Byla jsem tímto zjištěním velmi překvapená. Na základě získaných informací jsem si zvolila téma diplomové práce, jejímž cílem bylo zvýšit zájem o výuku chemie.

V své diplomové práci jsem se věnovala a pokusila zdokumentovat některé historické pokusy. Myslím si, že jsem předložila několik velmi zajímavých pokusů. Při přípravě jsem vycházela z historicky dochovaných postupů pro přípravu běžných produktů, které se dnes vyrábějí technologicky dokonalejšími způsoby. Na jednotlivých pokusech jsem ukázala propojení vývoje chemie s historií lidstva.

Pokusy, které jsem zvolila mohou žáky motivovat k chemii jako celku a prohloubit jejich znalosti v jednotlivých kapitolách chemie. Pokusy jsem zpracovala od návodu pro provedení demonstračního či žákovského pokusu, a u každého pokusu je uveden krátký historický přínos.

Snažila jsem se vybrat pokusy s výrazným efektem a zároveň se širokým didaktickým přínosem. Pokusy jsem volila podle toho, aby sloužily nejen k motivaci, ale i ověřování aktuálních vědomostí žáků.

U všech uvedených pokusů lze nalézt v úvodu metodické údaje ve formě tabulky, která obsahuje odhad časové náročnosti pokusu, spotřebu chemikálií, pomůcky a pracovní postupy. Na konci každého pokusu je uvedeno tématické zařazení do výuky chemie a poznámky, které pokus doplňují. Cílem diplomové práce bylo též propojení pokusů s dalšími vědními obory – chemie – historie – zeměpis – ekologie – přírodopis.

## 5. Poznámkový aparát

Obrázek č. 1 Magdeburská polokoule: <http://www.uh.edu/engines/epi1637.htm>

Obrázek č. 2 Pálení dřeva  
[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/X5328e/x5328e08.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X5328e/x5328e08.htm)

Obrázek č. 3 Schéma milíře: <http://www.regia.org/charcoal.htm>

Obrázek č. 4 Vývoj struktury po karbonizaci nad 800°C:  
[http://www.apparesearch.com/education\\_research\\_nonwoven\\_carbon\\_fiber.htm](http://www.apparesearch.com/education_research_nonwoven_carbon_fiber.htm)

Obrázek č. 5 Vzorec kvercetinu  
[www.vscht.cz/chem\\_listy/docs/full/2005\\_11\\_802-816.pdf](http://www.vscht.cz/chem_listy/docs/full/2005_11_802-816.pdf) -

Obrázek č. 6 Redukční pec v Buchlovicích : Nauka o materiálu III, viz literatura

Obrázek č. 7 Výroba ledku : Křivolaké cesty vědy, viz literatura

## 6. Seznam literatury a pramenů

### Použitá literatura

1. BIDLOVÁ, V. *Barvení pomocí rostlin*. Praha : Grada, 2005 ISBN 80-247-1022-6, str. 9,51.
2. ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J. *Didaktika a technika chemických pokusů*, Praha : Karolinum, 1997, ISBN 80 7184 312-1
3. HALBYCH, J., ČTRNÁCTOVÁ, H., NOVOTNÝ, V. *Didaktika školního chemického pokusu*. Praha : SPN, 1985, str. 12, 17 – 19.
4. JAREŠ, V. *Metalografie neželezných kovů*. Praha : ČSAV, 1955, str.219 – 220.
5. KARPENKO, V. *Křivolaké cesty vědy*. Praha : Albatros ,1987, str. 48 – 49.
6. KLIMEŠ, I. *Tajemství chemie*. Praha : MF, 1962 , str. 319.
7. KNIGHT, D. M. *Humphry Davy: Science and Power*. Cambridge, MA : Blackwell, 1992, str. 50.
8. KOLEKTIV AUTORŮ *Vývoj chemického průmyslu v Československu 1918 – 1990*. Praha : VŠCHT, 2000, ISBN 80-7080-3886, str. 13 – 14.
9. KOSTIC,Ž.K. *Medzi hrou a chemiou*. Bratislava : Alfa, 1970.
10. KRÄTZ, O. *Faszination Chemie: 7000 Jahre Lehre von Stoffen und Prozessen*. Germany : Callwey, 1990, str. 54.
11. LIBKIN, O. M. *Pokusy bez výbuchů*. Praha : STNL, 1983.
12. MAKARIUS, M. *Výroba surového železa*. Praha : SNTL, 1962, str. 11.
13. PACHMANN, E., HOFMANN, V. *Obecná didaktika chemie*. Praha : SPN, 1981, str.207.
14. PACHMANN, E. A KOL. *Speciální didaktika chemie*. Praha : SPN, 1986, str.20-22.
15. PACHMANN, E., BANÝR,J., BOROVIČKA, J. *Technika a didaktika školních pokusů*. Praha : SPN, 1982.
16. PÍŠEK, F., JENÍČEK, J. *Nauka o materiálech III*. Praha : ČSAV, 1962, str.20 – 21.
17. PIŠL, M. *Kamenný herbář*. Turnov : MěstNV,1982, str.2
18. RONEŠ, J., JAROŠ, M. *Jak dělat chemické pokusy*. Praha : Mladá Fronta, 1959.
19. SOLÁROVÁ, M. *Chemické pokusy pro ZŠ a SŠ*. Brno : Paido, 1996.

20. TAYLOR, C. *The Art and Science of Lecture Demonstration*. England : Adam Hilger, 1988, str. 2.
21. THOMSON, T. *The History of Chemistry*. England : Colburn and R. Bentley, 1830, str. 326 – 327.
22. TICHÁ, I., TICHÝ, L. *Barvy a rostliny*. Brno : Rozekvítek, 1998, str.57.
23. TRTÍLEK, J., HOFMANN, V., BOROVIČKA, J. *Školní chemické pokusy*. Praha : SPN, 1973.
24. VOSOLSOBĚ, J. *Anorganická technologie III*. Praha : SNTL, 1984. str. 4-5, 131 – 132.

### **Použité prameny**

1. American Chemical Society Division of Chemical Education *CHED Newsletter*, FALL 1991, str. 34.
2. BODNER, G. M. J. *Chemical Education*. 1985, 62, 1105

### **Internetové zdroje**

1. [http:// journals. spinger-ny.com/chedr](http://journals.spinger-ny.com/chedr): Lecture Demonstrations Past and Present – Kaufman George B. ISSN 1430-4171, str. 3, 4, 6, 7, 17, 20
2. <http://www.henriettesherbal.com/eclectic/kings/acidum-citr.html>: Acidum, Citricum Harvey Wickes Felter, John Uri Lloyd, 1898, str.1

## 7. Seznam příloh

Příloha č.1: *Přehled chemických pokusů a jejich členění*

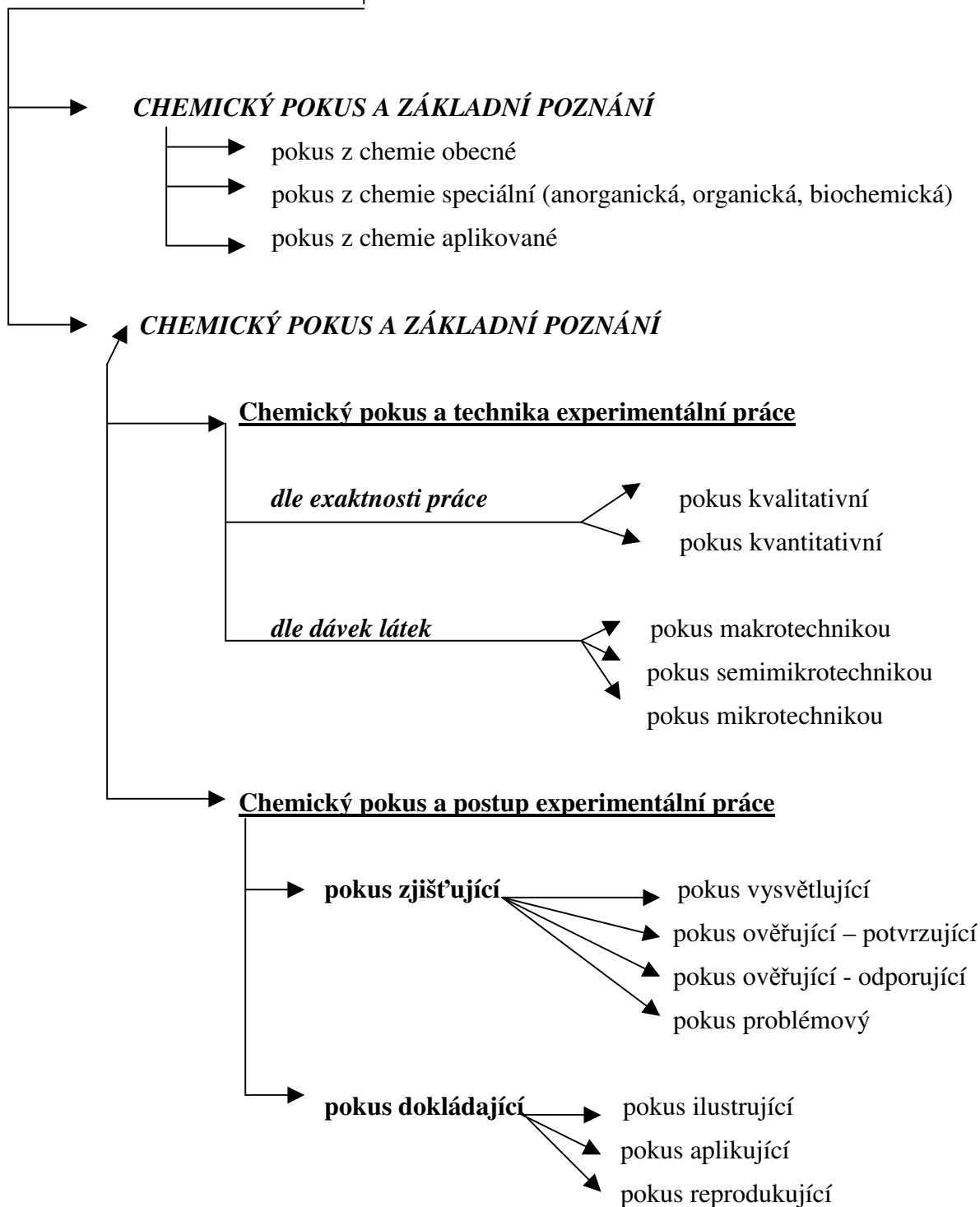
Příloha č. 2: *Lignin*

Příloha č. 3: *Methylenová modř*

## Příloha č. 1

### Chemický pokus při výchově a vzdělávání

dle vytyčených výchovně vzdělávacích záměrů

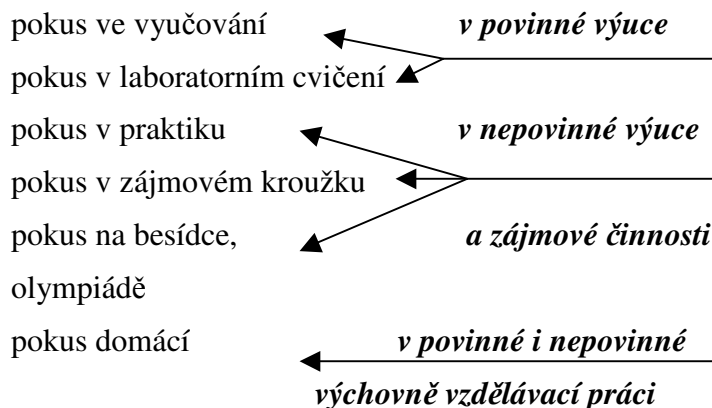




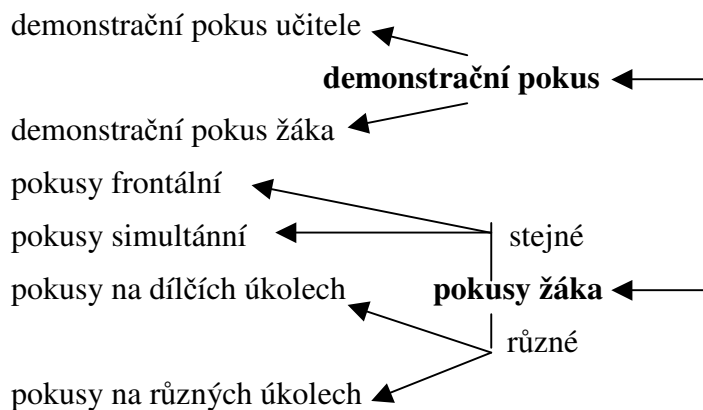
dle vedení výchovně vzdělávací práce

## **CHEMICKÝ POKUS A FORMY VÝCHOVY A VZDĚLÁVÁNÍ**

### **Chemický pokus a vnější formy výchovy a vzdělávání**

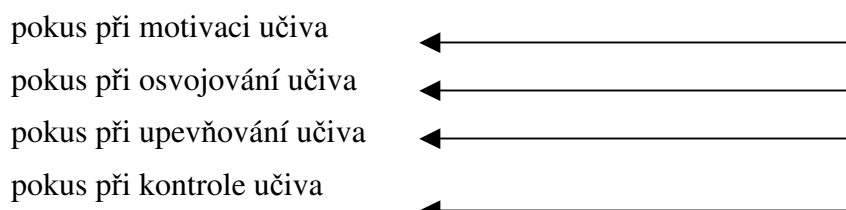


### **Chemický pokus a vnitřní formy výchovy a vzdělávání**

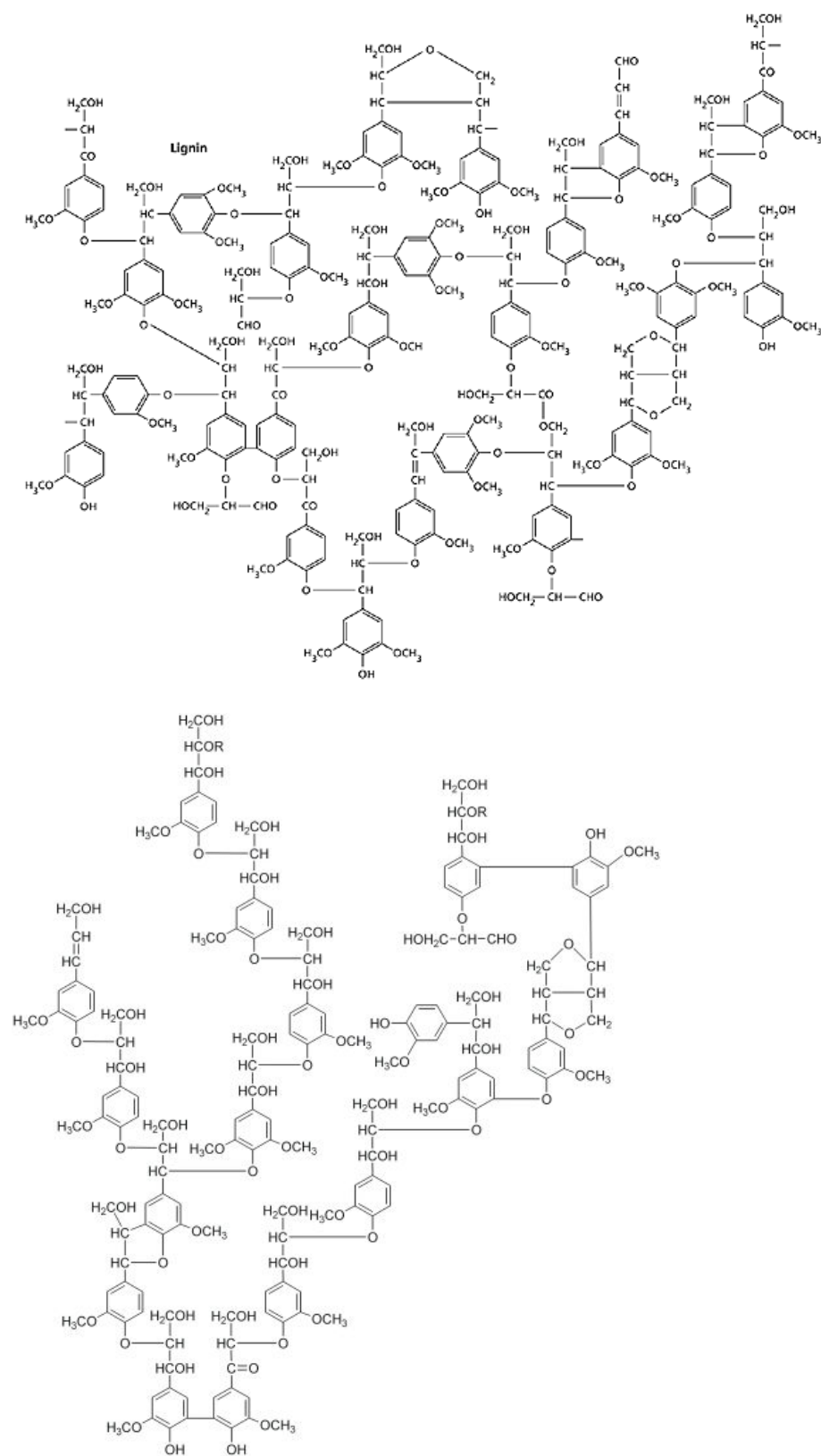


## **CHEMICKÝ POKUS A METODY VÝCHOVY A VZDĚLÁVÁNÍ**

(dle fází výuky)



## Příloha č. 2



### Příloha č. 3

